Die natürlichen Gesteine

ihre

chemisch-mineralogische Zusammensetzung

Gewinnung, Prüfung, Bearbeitung und Conservirung.

Für Architekten, Bau- und Bergingenieure, Baugewerks- und Steinmetzmeister, sowie für Steinbruchbesitzer, Baubehörden u. s. w.

Von

Richard Krüger

Bauingenieur.

Erster Band.

Mit 7 Abbildungen.

Wien. Pest. Leipzig.
A. Hartleben's Verlag.
1889.

K. k. Hofbuchdruckerei Carl Fromme in Wien

Die

natürlichen Gesteine

ihre

chemisch-mineralogische Zusammensetzung,
Gewinnung, Prüfung, Bearbeitung und Conservirung.

Von

Richard Krüger.

Erster Band.

Vorwort.

Im vorliegenden Werke habe ich nur diejenigen natürlichen Gesteine eingehender besprochen, welche sich zur Verwendung im Hoch- und Tiefbau, zu Bildhauer- und Steinmetzarbeiten eignen oder in anderer Weise für die Technik und die Industrie nicht ohne Werth sind, dagegen alle übrigen Gesteine und die Erdarten nur beiläufig erwähnt oder sie auch ganz unberücksichtigt gelassen. Trotz dieser Einschränkung blieb für die Bearbeitung noch ein so reicher Stoff übrig, daß ich mich in Rücksicht auf den knapp bemessenen Umfang und den Preis des Buches auf das Nothwendige beschränken und noch nach Vollendung des Manuscriptes zu vielen Kürzungen verstehen mußte.

Ich hatte mir die Aufgabe gestellt, ein für Theoretiker und Praktiker gleich nützliches, leicht verständliches und dem heutigen Stande der Wissenschaft, Kunst und Industrie entsprechendes Werk zu schaffen, das alles sich auf die wichtigeren Gesteine, auf ihre Gewinnung, Prüfung, Bearbeitung und Conservirung Beziehende enthalten sollte, und ich war mit Sorgfalt bemüht, das mir gesteckte Ziel zu erreichen. Ob mir das Werk, das Ergebniß einer an Mühen und Schwierigkeiten sehr reichen Arbeit von fast zwei Jahren

gelungen ist, ob es geeignet ist, Nutzen zu bringen, das muß ich selbstverständlich der Beurtheilung sachverständiger Männer überlassen!

Um das Werk handlicher zu gestalten, habe ich den Stoff auf zwei Bände vertheilt. Der erste Band bringt eine kurze, für das Verständniß des Folgenden meines Erachtens jedoch ausreichende Besprechung der wichtigsten Bestandtheile, Eigenschaften, Structurverhältnisse, Absonderungen, Schichtungen und Uebergänge der natürlichen Gesteine, an welche sich eine ausführliche Beschreibung der chemisch-mineralogischen Zusammensetzung der einzelnen Gesteinsarten, ihrer Härte und Festigkeit, ihrer Fundstätten und ihrer zweckmäßigsten Verwendung anschließt.

In der Voraussetzung, daß es Manchem erwünscht sein wird, von den in der Nähe seines Wohnortes liegenden Steinbrüchen Kenntniß zu erlangen, habe ich bei jedem einzelnen Gestein alle bedeutenderen deutschen und österreichisch-ungarischen Fundstätten aufgezählt, aber auch die namhaftesten der in anderen Ländern gelegenen Brüche nicht unerwähnt gelassen.

Aus den im ersten Paragraphen des Capitels „Prüfung der natürlichen Gesteine" (Band II) angegebenen Gründen glaubte ich einen großen Werth auf eine möglichst vollständige Wiedergabe der von verschiedenen Prüfungsstationen und einzelnen Fachleuten ermittelten und veröffentlichten Festigkeiten der Gesteine legen zu müssen. Solche Coëfficienten können dem Interessenten nur dann von Nutzen sein, wenn gleichzeitig der Herkunftsort, der Trockenheitszustand, das Format, die Art der Bearbeitung der Probesteine, das angewandte Prüfungsverfahren und die Prüfungsanstalt bekannt sind. Diese Angaben findet der geschätzte Leser theils in den Festigkeitstabellen, die auch über das specifische Gewicht,

die Wasseraufnahmefähigkeit und die Härte des Gesteins Auskunft geben, theils im Capitel „Prüfung der Gesteine."

Von einigen Gesteinen (z. B. vom Granit und Sandstein) lagen so zahlreiche Festigkeitsuntersuchungen vor, daß ich mich mit einem Auszuge aus ihren Ergebnissen begnügen mußte, von anderen Gesteinen dagegen konnte ich in der Literatur zuverlässige Festigkeitscoëfficienten nicht finden und trotz eifriger Bemühungen auch von mir bekannten Fachgenossen nicht erhalten. Ich möchte an dieser Stelle allen Denen, welche sich mit der Prüfung der natürlichen Gesteine befassen, die Bitte aussprechen, mir die Resultate ihrer Untersuchungen gütigst mittheilen zu wollen, damit ich bei einer etwaigen zweiten Auflage dieses Werkes in der Lage bin, die Lücken, welche das vorliegende Buch hierüber noch enthält, auszufüllen.

Die im § 30 veröffentlichte, 10 Druckseiten umfassende und — wie ich hoffe — ziemlich vollständige Zusammenstellung der antiken und modernen, einfarbigen und bunten Marmorsorten dürfte für Bildhauer und Andere Interesse besitzen.

Das erste Capitel des zweiten Bandes bespricht die Anlage der offenen und unterirdischen Steinbrüche, die verschiedenen Gewinnungsmethoden und Förderungsarten u. s. w. Mit besonderer Ausführlichkeit habe ich die Gesteinssprengungen behandelt, damit sich jüngere Steinbruchtechniker mit dieser sehr wichtigen Gewinnungsart ganz vertraut machen können. Zu diesem Capitel sind mir von vielen Seiten ausführliche Mittheilungen in großer Zahl zugegangen, für welche ich an dieser Stelle nochmals meinen verbindlichsten Dank sage. Dadurch, daß mir mehrere Steinbruchbesitzer mit ihren reichen praktischen Erfahrungen treu zur Seite standen, war es mir möglich Manches zu bringen,

was bisher noch nicht veröffentlicht. Zu besonderem Danke fühle ich mich der Direction der Société anonyme des carrières de Quenast gegenüber verpflichtet, welche für mich ein umfangreiches, mit Skizzen ausgestattetes Manuscript („Note sur la perforation mécanique établie aux carrières de Quenast") ausarbeiten ließ, das ich so viel als möglich zu meinem Werke benutzt habe. Sehr dankbar bin ich auch Herrn Steinbruchbesitzer Ferdinand Dittmer in Magdeburg für die mir wiederholt ertheilten ausführlichen Auskünfte, ferner der Direction der „Harzer Pflastersteinbrüche (Hugo Siegheim)" zu Wildemann a. H. und den Herren Gebrüder Schröder, Besitzer mehrerer Steinbrüche bei Gommern und Dannigkow im Kreise Jerichow, weil sie sich gern der mühevollen Arbeit unterzogen haben, mein Manuscript vor der Drucklegung sorgfältig zu prüfen. Es freut mich mittheilen zu können, daß von diesen Herren Abänderungen des Textes nicht für nothwendig gehalten wurden.

Im zweiten Capitel sind die gebräuchlichsten Verfahren zur Prüfung der natürlichen Gesteine auf ihre Festigkeit, Härte (Abnutzung), Politurfähigkeit, Sprödigkeit und Zähigkeit, Formbarkeit, Porosität (Wärmeleitungsfähigkeit, Luftdurchlässigkeit), Ausdehnbarkeit (Elasticität), Bruchfeuchtigkeit, Frost- und Feuerbeständigkeit und Dauerhaftigkeit in möglichster Ausführlichkeit besprochen worden, weil dieser Gegenstand nicht nur für den bauausführenden Techniker, sondern auch für Steinbruchbesitzer, Bildhauer, Steinmetze u. s. w. meiner Ansicht nach von großer Wichtigkeit ist. Durch die freundliche Unterstützung der Herren Brinck und Hübner, Maschinenfabrik in Mannheim, und der Maschinenbau-Actien-Gesellschaft Nürnberg (vormals Klett & Comp.) war es mir möglich,

die Constructionen der verbreitetsten Festigkeitsmaschinen in vorzüglichen Abbildungen bringen und durch einen ausführlichen Text näher erläutern zu können.

Das letzte Capitel enthält eine genaue Beschreibung der wichtigsten, durch die Hand des Bildhauers und Steinmetzes oder durch Maschinen auszuführenden Bearbeitungen und der bewährtesten Mittel zur Conservirung der natürlichen Gesteine. Zu meinem Bedauern wurde mir die von fachmännischer Seite hierbei erhoffte Unterstützung nicht zu Theil, da fast alle Steinmetzgeschäfte, an welche ich mich um Auskunft über diese oder jene Bearbeitungsmethode wandte, aus Geschäftsrücksichten jede Auskunft ablehnten. Um so größeren Dank bin ich Herrn M. L. Schleicher, Besitzer von Werkstätten für Bau- und und Monumentalarbeiten in Marmor, polirtem Granit und Syenit in Berlin N. W., schuldig, welcher meiner Bitte entsprach und diesen Theil meines Werkes vor dem Druck einer genauen Durchsicht unterzog.

Von verschiedenen Maschinenconstructeuren erhielt ich Beschreibungen und Abbildungen von Steinbearbeitungsmaschinen, welche ich leider nur zum Theil in mein Werk aufnehmen konnte, um das Buch nicht zu umfangreich zu gestalten. Ich sage allen diesen Herren für die freundliche Zusendung meinen verbindlichsten Dank, zumal Herrn Emil Offenbacher in Markt-Redwitz (Bayern) und Herrn Michael Hirschbeck in Landsberg a. L., welche mir Broschüren, Zeichnungen und Clichés zur Benutzung überließen.

Leider mußte ich mich bei Besprechung der Conservirungsmittel auf das Allernothwendigste beschränken, weil die Verlagsbuchhandlung in Rücksicht auf die, mehrere Druckbogen betragende, Ueberschreitung des vorher festgestellten Maximalumfanges des Werkes eine ausführliche Bearbeitung

dieses Gegenstandes, wie ich sie geplant und bereits in Angriff genommen hatte, ablehnte.

Schließlich spreche ich meinem Herrn Verleger für die vortreffliche Ausstattung des Buches meinen Dank und seinem Atelier für Holzschneidekunst für die mit großem Verständniß und mit Sorgfalt ausgeführten Illustrationen meine vollste Anerkennung aus.

Möge mein Werk beim Publicum und bei der Kritik eine recht günstige Aufnahme finden!

Richard Krüger.

Druckfehlerverzeichniß zum ersten Band.

Seite 14. Zeile 12 von unten lies „Sanidin" statt „Sandin".
Seite 27. Zeile 4 und 3 von unten lies „gestalteten Hohlräume von größerer Ausdehnung sind (Dolomit)"; statt: „(Dolomit); gestalteten Hohlräume u. s. w."
Seite 46. Zeile 8 von unten lies „Werkzeug" statt „Werzeug".
Seite 73. Zeile 12 von oben lies „Serpentin" statt „Serpertin".
Seite 148. Zeile 6 von oben lies „Grauwackenkalkstein" statt „Gauwackenkalkstein".
Seite 166. Zeile 10 von unten lies „Lithothamienkalk" statt „Lithohamienkalk".
Seite 178. Zeile 9 von oben lies „Neubeuer" statt „Neubener".
Seite 192. Zeile 13 von oben lies („2 Aequivalente") statt („Aequivalente").

Inhalt.

I. Die versteinerungslosen Gesteine.

A. Die Massengesteine (massigen Silicatgesteine).

B. Die krystallinischen Schiefergesteine (schieferigen Silicatgesteine, metamorphischen Gesteine).

II. Die Versteinerungen führenden, geschichteten Gesteine.

Bezeichnungen.

Meter = m.
Decimeter = dm.
Centimeter = cm.
Millimeter = mm.
Quadratmeter = m^2.
Quadratdecimeter = dm^2.
Quadratcentimeter = cm^2.
Kubikmeter = m^3.
Kubikdecimeter oder Liter = dm^3 oder
Kubikcentimeter = cm^3.

Die wichtigsten

Bestandtheile, Eigenschaften, Structurverhältnisse

der natürlichen Gesteine,

ihre

Absonderungen, Schichtungen und Uebergänge, ihre chemisch-mineralogische Zusammensetzung, Härte und Festigkeit, ihre Fundstätten und ihre zweckmäßigste Verwendung.

Erstes Capitel.

Die wichtigsten Bestandtheile, Eigenschaften, Structurverhältnisse der natürlichen Gesteine, ihre Absonderungen Schichtungen und Uebergänge. *)

§ 1. Die Bildung der Erde.

Die natürlichen oder sogenannten gewachsenen, dem Mineralreiche angehörenden Gesteine sind unorganische, größtentheils aus einem Gemenge verschiedener Mineralien bestehende, häufig auch Ueberreste von Thier- und Pflanzenstoffen enthaltende Bestandtheile der Erdrinde.

Unsere Erde war — nach der Laplace'schen Theorie — anfänglich ein Gasball. In Folge Zusammenwirkung chemischer und physikalischer Kräfte verdichtete sie sich später zu einer

*) Benutzte Literatur: H. Credner, Elemente der Geologie, 4. Auflage, 1878. — F. Naumann, Elemente der Mineralogie, 6. Auflage, 1864. — F. Rüdorff, Grundzüge der Mineralogie, 3. Auflage, 1880. — C. Baenitz', Lehrbuch der Chemie und Mineralogie, II. Theil, 2. Auflage, 1879. — H. Hauenschild, Katechismus der Baumaterialien, I. Theil, 1879, S. 1 bis 67. — R. Gottgetreu, Physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien, 3. Auflage, I. Band, S. 6 bis 13.

feuerflüssigen Kugel, welche durch fortwährende Ausstrahlung ihrer Wärme in den Weltenraum, dessen Temperatur heute unter -50^0 C. angenommen wird, allmählich erkaltete und endlich an der Oberfläche erstarrte.

Es bildete sich anfänglich nur ein dünner und wenig fester, aus den Erden, Alkalien und Metallen bestehender Ueberzug. Auf diesen strömte in wolkenbruchartigem Regen aus der sich gleichzeitig abkühlenden, mit Wasserdämpfen erfüllten Atmosphäre Wasser nieder, das auf der heißen Erdoberfläche von neuem verdampfte, wieder emporstieg, nochmals herabfiel und dies unendlich oft wiederholte.

In dieser Periode der Erdbildung, der Urzeit, bestand also die Oberfläche nur aus ungeschichteten, versteinerungslosen, durch die Gewalt des Feuers entstandenen, sogenannten plutonischen Felsmassen.

Im weiteren Verlaufe der Erstarrung nahm beständig die Dicke der Erdrinde zu und das Volumen des gluthflüssigen Erdkernes ab; es bildeten sich Hohlräume, in welche einzelne Partien der festen Rinde hinabstürzten. Durch den Druck derselben wurden Massen aus dem weichen Erdinnern durch die Risse und Spalten der geborstenen Kruste nach oben getrieben, wo auch sie allmählich erstarrten (Eruptiv- oder vulcanische Gesteine). So entstanden auf der Erdoberfläche die ersten Erhebungen und Vertiefungen — die ersten Berge und Thäler.

Mit der Abnahme der Temperatur der Erdoberfläche mußte sich auch die Verdampfung der atmosphärischen Niederschläge verringern und sich das Wasser auf der festen Rinde endlich ansammeln. So entstand das Urmeer. Die immer noch hohe Temperatur desselben und die in ihm enthaltenen Stoffe wirkten auf die feste Unterlage mechanisch zerstörend und chemisch auflösend; es bildeten sich auf diese Weise

Absätze, die zunächst an geschützteren Stellen einen neuen, aus einzelnen Schichten bestehenden Ueberzug auf der Erdoberfläche erzeugten (neptunische oder sedimentäre Gesteine).

Da sich zwischen den plutonischen und neptunischen Gebilden eine scharfe Grenze nicht ziehen läßt, sich vielmehr Gesteinsgruppen in der Erdrinde vorfinden, welche einen allmählichen Uebergang von den ungeschichteten zu den geschichteten Gesteinen erkennen lassen, so muß man noch eine Uebergangsperiode annehmen, in welcher bereits das Wasser bei der Bildung der Erdkruste mitgewirkt hat. Diese Periode nennt man das Alterthum der Erde.

Die sich in den ältesten Gesteinen dieser Periode vorfindenden, ersten Versteinerungen — nämlich die von Weichthieren und Fischen — zeigen, daß bereits im Alterthum der Erde organisches Leben herrschte und sich letzteres zuerst im Wasser entwickelte.

Auf die sedimentären Gesteine, deren Entstehungszeit man das Mittelalter der Erde nennt, bauten sich ähnliche Felsmassen auf, deren organische Einschlüsse sie als jüngere Bildungen kennzeichnen. Diese wurden von dem, der neueren Zeit entstammenden, aus Geschieben und Anschwemmungen aller Art bestehenden sogenannten Diluvium (älteren Schwemmland) überdeckt, auf welchen sich die jüngsten, unter Mitwirkung von Wasser und Luft bereits in historischer Zeit entstandenen und noch jetzt im Fortschreiten begriffenen, gleich dem Diluvium nur zum Theil zu den eigentlichen Gesteinen zählenden Bildungen, die man als Alluvium (jüngeres Schwemmland) bezeichnet, ablagern (die Neuzeit der Erde).

Denkt man sich durch die Erdrinde an beliebiger Stelle derselben einen Schnitt geführt, so findet man die Gesteinsbildungen nicht nach dem Alter ihrer Entstehung und in

ihrer Vollzahl regelmäßig übereinandergelagert, sondern es zeigt die Erdrinde vielmehr in ihren Querschnitten mannigfache Abweichungen von dieser Reihenfolge, welche durch plötzliche, große und gewaltsame Vorgänge (z. B. durch Eruptionen und Felsstürze) oder auch durch allmähliche, kleinere, aber ununterbrochene Veränderungen (z. B. durch Auswaschungen und Verwitterungen) entstanden sind. Die jugendliche Erdrinde wurde nicht nur in der ersten Periode ihrer Entstehung, sondern auch in späteren Zeiten häufig und auf weite Strecken hin zerrissen und zerklüftet; durch ihre Risse und Spalten quollen die gluthflüssigen Producte der vulcanischen Kräfte (wie z. B. Basalt und Lava) hervor und verbreiteten sich einem Strome gleich auf der Erdoberfläche oder stauten sich zu Kuppen auf; die geschichteten Gesteine wurden aus ihrer wagerechten Lage geworfen und von ungeschichteten Gesteinen überschüttet; auch das Urmeer, anfangs nur flach, aber beiweitem größer als unsere heutigen Meere zusammen genommen, erlitt bei diesen Vorgängen mannigfache Veränderungen: flachere und tiefere Stellen entstanden; Inseln, Erdtheile, neue Gebirgszüge erhoben sich über die Wasserfläche u. s. w.

Und wie sich unsere Erdoberfläche heute unserem Auge darbietet, wird sie nicht ewig bleiben, denn die Erdrinde wechselt noch jetzt beständig ihre Gestalt und ihr Bildungsproceß ist noch nicht abgeschlossen.

---

§ 2. Die Gesteinsformationen.

Unter Formation versteht man eine Reihe von Gesteinen, die zu derselben Zeit entstanden sind. Mehrere Formationen, die sich wegen ihrer mineralogischen Zusammensetzung,

Lagerung, Versteinerungsführung u. s. w. aneinanderreihen, bilden eine Gruppe.

Die Zeit, in welcher mehrere verwandte Gesteinsgruppen sich bildeten, nennt man Periode. Solcher größeren Abschnitte der Bildungsgeschichte der Erdrinde unterscheidet man vier. Hiernach erhält man folgende Eintheilung:

I. Azoische (primäre) Periode oder Urzeit der Erde.

1. Aeltere oder bojische oder laurentinische oder Urgneiß-Formation (-Gruppe) mit Gneiß, Hornblendegneiß, Quarzit, krystallinischem Kalkstein, Granit, Granulit, Graphit, Granat, Syenit.

2. Jüngere oder hercynische Gneißformation mit Diorit, Serpentin, Porphyr.

3. Huronische Formation oder Urschiefergruppe mit Glimmer- und Urthonschiefer, Chlorit-, Talk- und Graphitschiefer, Quarzit, körnigem Kalk.

Die Gesteine der ersten Periode besitzen gar keine oder doch nur äußerst spärliche Ueberreste organischen Lebens (Tangen, Crinoiden).

II. Paläozoische Periode oder Alterthum der Erde (Uebergangsperiode).

1. Grauwackengruppe.

a) Silurische Formation oder älteres Uebergangs- oder Grauwackengebirge mit Grauwacken-, Thon- und Alaunschiefer, Quarzit, Kalk, Grauwackensandstein. Diese Gesteine enthalten zahlreiche Versteinerungen von Weichthieren, geringe Spuren von Fischen und wenige Pflanzenreste (Tange).

b) Devonische Formation oder oberes Uebergangs- oder Grauwackengebirge mit rheinischer Grauwacke, Sandstein, Kalk, rheinischem Schiefer. In diesen Gesteinen finden sich Ueberreste von Panzerfischen und den ersten Landpflanzen.

2. **Kohlengruppe.**

a) Kohlenkalkstein-Formation mit dunklem Kohlenkalk (mit Kalkspathadern), Grauwacke, Thon- und Kieselschiefer.

b) Steinkohlen-Formation mit Steinkohlenflötzen, Kohlensandstein, Schieferthon, Eisenstein.

Diese Gesteine zeigen Versteinerungen der ersten Amphibien (Fische, Eidechsen u. s. w.), Spinnen und Insecten, sowie Abdrücke von mächtigen Farnkräutern, Palmen und anderen Pflanzenarten in großer Zahl.

3. **Dyas- oder permische Gruppe oder Zechsteingruppe.**

a) Rothliegendes, durch Eisenoxyd gefärbt, mit rothen Sandsteinen, braunrothen Conglomeraten, Schieferthon, Letten.

b) Zechstein-Formation mit bituminösem, dünnschieferigem Mergel, Kupferschiefer, zerklüftetem und geschichtetem Kalkstein, Dolomit, Gyps, Steinsalz.

Auch die Gesteine dieser Gruppen enthalten zahlreiche Versteinerungen von Amphibien und Reptilien, sowie Farnüberreste.

III. Mesozoische Periode oder Mittelalter der Erde (secundäres oder Flötzgebirge).

1. **Triasgruppe oder Salzgebirge.**

a) Buntsandstein-Formation mit buntem, feinkörnigem Sandstein, rothem und buntem Schieferletten, Thon, Mergel, Gyps, Steinsalz; arm an organischen Resten.

b) Muschelkalk-Formation mit Muschelkalk, Dolomit, Gyps, Anhydrit, Steinsalz, Thon; arm an Pflanzen- jedoch reich an Meeresthier-Resten.

c) Keuper-Formation mit feinkörnigem, sehr quarzreichem Keupersandstein, buntem Mergel, Dolomit, Gyps, Steinsalz, Lettenkohle; arm an Versteinerungen, die ersten Vögel- und Säugethierreste enthaltend.

d) Rhätische Formation mit Dachsteinkalk, Dolomit, Sandstein.

2. Juragruppe oder Oolithengebirge.

a) Lias-Formation oder die Formation des unteren oder schwarzen Jura mit dunklem, bituminösem Schiefer und Sandstein, Kalkstein und oolithischen Eisenerzen.

b) Formation des mittleren oder braunen Jura oder Dogger mit Eisenoolith, Sandstein, dunklem Thon, Mergel, Kalkstein.

c) Formation des oberen oder weißen Jura oder Malm mit Portland, Stinkkalk, meist hellgefärbten Kalksteinen, Dolomit, Mergel, Oolith.

d) Thiton mit rothen und weißen Kalksteinen.

Alle diese Gesteine sind reich an Versteinerungen von Schildkröten, Krokodilen, Fisch- und Flug-Sauriern, den ersten Knochenfischen, Vögeln, Beutelthieren, und arm an Pflanzenresten.

3. Kreidegruppe oder Quadersandsteingebirge.

a) Wealden-Formation. Sie bildet den Uebergang von der Jura- zur Kreide-Formation und ist vorzugsweise eine Ablagerung aus Brackwasser. Sie enthält Sandsteine, dunklen Schieferthon, Steinkohlenflötze.

b) Neokom oder Hils mit Sand und Kalksteinen, Conglomeraten und Thon (Hilsthon).
c) Gault mit Mergel und Sandsteinen, Schieferthon und plastischem dunklen Thon.
d) Cenoman mit Quadersandsteinen und chloritischer Kreide, Thon, Mergel, Plänerkalk.
e) Turon mit Quadersandsteinen, rothem Pläner, Mergel.
f) Senon mit Kreide, Kreidetuff, Quadersandsteinen, Thonablagerungen, Karstkalken.

Die Gesteine der Kreidegruppe besitzen zahlreiche Thierversteinerungen, jedoch wenig Pflanzenüberreste (Abdrücke und verkohlte Reste von den ersten Laubhölzern).

IV. Känozoische Periode oder Neuzeit der Erde.

1. Molassegruppe.

A. Aeltere Tertiär-Formation oder älteres Braunkohlengebirge.

a) Eocän-Formation mit Nummulitenkalken und Sandsteinen, Pariser Grobkalk, plastischem Thon, Sand, Braunkohle.
b) Oligocän-Formation mit Gyps, Thon, Mergel, Braunkohle, Bernstein, Sand.

B. Jüngere Tertiär-Formation oder Neogen-Formation oder jüngeres Braunkohlengebirge.

a) Miocän-Formation mit Kalksteinen, Braunkohle zwischen Thon- und Sandschichten, Steinsalz, Bernstein.
b) Pliocän-Formation mit Braunkohle, Thonmergel, glimmer- und kalkreichem Sand, Süßwasserquarz, Conglomerat.

Die Gesteine der Tertiär-Formation führen in großer Zahl Versteinerungen von Insecten und Amphibien, Spinnen,

Fröschen, Schlangen u. s. w., und von Säugethieren, deren Arten den heutigen nahestehen und in den jüngeren Gebilden dieser Formation schon mit denselben identisch sind, sowie Ueberreste und Abdrücke von Laubhölzern und Pflanzen einer echt tropischen Flora.

2. Quartärgruppe.

a) Diluvium oder älteres Schwemmland (altquartäres Gebilde; Eiszeit und ältere Steinzeit der Erde) mit Sand und Kies, Geröllen und Geschieben, erratischen Blöcken, Lehm, Löß, jüngerem Süßwasserkalk. In den Diluvialgebilden finden sich die ersten Spuren der Existenz des Menschen, ferner zahlreiche Versteinerungen und Knochenreste vom Mammut, Höhlenbär, Riesenhirsch und von anderen, meist ausgestorbenen großen Landsäugethieren, endlich Ueberreste und Abdrücke von zum großen Theil noch heute existirenden Bäumen und Pflanzen.

b) Alluvium oder jüngeres Schwemmland (jungquartäres Gebilde; jüngere Steinzeit, Bronzezeit, Eisenzeit und historisches Zeitalter der Erde) mit Dammerde, Raseneisenstein, Torf, Kalktuff, Kieselguhr, Meeressandstein, Korallen, modernen vulcanischen Producten (Lava).

---

§ 3. Die wichtigsten chemischen Bestandtheile der natürlichen Gesteine.

Von den chemischen Grundstoffen oder Elementen, welche an der Zusammensetzung der Erdrinde Antheil genommen, ist der wichtigste der Sauerstoff, mit dem jedes natürliche

Gestein verbunden ist. Sauerstoff bildet mit Kieselerde (Silicium) den Bergkrystall, den Quarz, der als selbstständiger Felsen (Quarzfels) und im Granit, Gneiß, Glimmer- und Thonschiefer, Sandstein u. s. w. vorkommt, und die äußerst wichtige Kieselsäure, welche mit Alkalien und Erden, z. B. mit Kalium, Natrium, Kalkerde, Thonerde, Talkerde u. s. w., verbunden die Hauptbestandtheile der ursprünglich festen Erdrinde darstellt. Sauerstoff verbunden mit Kohlenstoff giebt die Kohlensäure, die in großer Menge in Verbindung mit Kalkerde, Talkerde und Eisenoxydul auftritt und einen Hauptbestandtheil einiger mächtiger Gebirgsmassen, z. B. dem Gewicht nach zwei Fünftel aller Kalksteingebirge bildet. Die Verbindung des Sauerstoffes mit Wasserstoff liefert das Wasser, das in manchen Gesteinen, z. B. im Gyps und Serpentin, in großer Menge vorkommt und selbst sehr dichte Gesteine als Gebirgsfeuchtigkeit durchdringt. Sauerstoff und Stickstoff bilden die Salpetersäure, welche die festesten Gesteine zu zerstören vermag und z. B. den Mauerfraß erzeugt u. s. w.

Ein nicht minder wichtiges Element für die Gesteine ist der Kohlenstoff. Er dient zur Bildung von Granit, Diamant, Anthracit, Stein- und Braunkohle u. s. w. und durchtränkt als Bitumen viele Gesteine.

Zur Erdrindenbildung haben aber auch die Metalle nicht unwesentlich beigetragen. Von den schweren Metallen sind es vorzugsweise Eisen und Mangan, von den Erdmetallen das Aluminium, von den Erdalkalimetallen Calcium und Magnesium, von den Alkalimetallen Kalium und Natrium.

Das Eisen, das in den Gesteinen meist in Form von Eisenoxyd (Rotheisenstein), Eisenoxydul, Eisenoxyduloxyd (Magneteisenstein) und Eisenoxydhydrat (Braun-

eisenstein) vorkommt, bildet hauptsächlich die färbende Substanz der Gesteine (z. B. färbt Eisenoxyd roth, Eisenoxydhydrat gelb) und ist insofern bemerkenswerth, als es in großen Mengen vorhanden meistens die Dauerhaftigkeit der Gesteine vermindert.

Das Mangan tritt als Sauerstoffverbindung in Form von Manganoxyd und Manganoxydul auf und bildet besonders ein braungefärbtes Gemengtheil der Kalksteine.

Das Aluminium giebt mit Sauerstoff die Thonerde (Aluminiumoxyd), welche sich in der Natur entweder rein als Korund, Rubin und Saphir, oder unrein (mit Magneteisen gemengt) als Schmirgel oder sehr häufig in Verbindung mit Kieselsäure in zahlreichen Silicatgesteinen, z. B. in den Feldspathen, Glimmergesteinen und Zeolithen, sowie in der Ackererde vorfindet und neben der Kieselsäure die festesten und dauerhaftesten Felsen bildet.

Das Calcium liefert in Verbindung mit Sauerstoff die wichtige Kalkerde (Calciumoxyd), welche mit Kohlensäure verbunden als Kalkspath und Kreide, mit Schwefelsäure als Gyps, und mit Kieselsäure in sehr vielen Mineralien vorkommt.

Magnesium und Sauerstoff bilden die nicht minder wichtige Talkerde (Magnesia, Magnesiumoxyd), die mit Kohlensäure und kohlensaurem Kalk den Dolomit, mit Kieselsäure sehr viele Verbindungen giebt, die sowohl als solche, wie auch mit Wasser oder anderen Silicaten verbunden häufig in Mineralien vorkommen. Solche Verbindungen sind z. B. Hornblende, Talk, Speckstein, Asbest, Serpentin, Chlorit, Glimmer u. s. w.

Kalium findet sich in den Feldspathen und Glimmer, in der Lava u. s. w. Natrium tritt besonders in den Feldspathgesteinen auf und bildet z. B. mit Chlor das Kochsalz.

Zu den wichtigeren chemischen Bestandtheilen gehört endlich auch der Schwefel, welcher entweder rein oder in

Verbindung mit Metallen (Schwefelkies), mit Sauerstoff (Schwefelsäure), mit Wasser (Schwefelwasserstoff) in der Natur auftritt und für die Gesteine insofern bedeutungsvoll ist, als er die Verwitterung derselben befördert. Schwefel findet man im Gyps, Sandstein, Kalkstein, Thon und Mergel.

---

§ 4. Die wichtigsten wesentlichen und zufälligen Bestandtheile der Gesteine.

Nur wenige Gesteine (wie z. B. Gyps, Kalkstein, Serpentin) bestehen aus einem einzigen Mineral, der weitaus größere Theil ist ein Gemenge verschiedener Mineralien von der verschiedenartigsten chemischen Zusammensetzung.

Von den 700 Mineralien, die man bereits kennt, sind es jedoch nur verhältnißmäßig wenige, welche an der Gestaltung der Gesteine Theil nehmen. Sie können wesentliche oder zufällige Bestandtheile der Gesteine bilden. Auf den wesentlichen oder charakteristischen Gemengtheilen beruht die Natur eines Gesteins, während die zufälligen, nicht zur wesentlichen Zusammensetzung einer Steinart gehörenden und nur in Ausnahmefällen charakteristisch für dieselbe werdenden Einschlüsse von untergeordneter Bedeutung sind. Man nennt diese unwesentlichen Bestandtheile accessorische und unterscheidet nach der Art ihrer Entstehung: Concretionen und Secretionen.

Unter Concretionen versteht man rundliche, kugel-, trauben-, knollen-, platten- oder auch linsenförmige, eine strahlig-faserige oder schalige Structur zeigende Einschlüsse, welche im Innern der Gesteinsmasse durch krystallinische Ausscheidung um einen centralen Kern entstanden sind. Sie bestehen zum Theil aus ganz fremden, deutlich gegen die umschließende Gesteinsmasse abgegrenzten, zum Theil aus nur wenig vom

Muttergestein verschiedenen und mit demselben verschwimmenden Mineralsubstanzen. Meistens ist bei den Concretionen, deren Inneres zuerst, deren Aeußeres zuletzt entstanden ist, die Krystallform vollständig ausgebildet; dann ragen die Krystallspitzen nach außen. — Concretionen bilden beispielsweise der Granat im Granit, der Schwefelkies im Kalkstein und Schieferthon, der Gyps im Thon u. s. w.

Secretionen nennt man die, früher bestandene Hohlräume des Muttergesteins krustenartig, zuweilen in äußerst zarten Lagen bedeckenden oder dieselben ganz ausfüllenden Mineralsubstanzen, welche sich aus durchsickernden Lösungen zuerst auf den Wandungen der Hohlräume abgesetzt und von dort aus nach dem Innern zu verbreitet haben, so daß bei ihnen — umgekehrt wie bei den Concretionen — zuerst das Aeußere und später das Innere gebildet wurde. Füllen diese Secretionen die Hohlränme nicht vollständig aus, so zeigen sich Krystalle mit nach Innen ragenden Spitzen (Drusen). Secretionen in kugel-, birn- oder mandelförmigen Blasenräumen nennt man Mandeln oder Geoden, in spaltenartigen, länglichen Hohlräumen Adern oder Trümmer, in ganz unregelmäßig gestalteten Hohlräumen Nester. Die besonders bei den Marmorgesteinen vorkommenden, verschiedenartig gefärbten Adern sind plattenförmige, im Querbruche linienförmige Secretionen, die oft eine andere Zusammensetzung und einen anderen Zusammenhang wie das Muttergestein zeigen und alsdann häufig die Festigkeit und die Dauerhaftigkeit des letzteren wesentlich beeinträchtigen. Es ist daher bei solchen, besonders eisenschüssigen Adern das Gestein mit besonderer Vorsicht zu verwenden. — Secretionen bilden Quarz, Kalkspath, Braunspath, Zeolith, Amethyst u. s. w. — Zu den Einschlüssen gehören auch noch jene staubförmigen, keine bestimmte Gestalt zeigenden Körperchen,

welche man nur durch das Mikroskop von der Hauptmasse des Gesteins zu unterscheiden vermag und welche die färbende Substanz bilden. Hierher gehören z. B. die bereits im § 3 erwähnten Eisenverbindungen, die dem Gestein eine gelbe, rothe, braune oder violette Farbe verleihen, feinvertheilter Graphit und Bitumen, welche dunkelgrau bis schwarz färben, ungemein feine Chloritschüppchen und Vanadinverbindungen, die eine grüne Farbe erzeugen, u. s. w.

Dagegen sind nicht zu den zufälligen Gemengtheilen zu rechnen die Trümmer älterer Gesteinsmassen, welche von jüngerem Gesteine eingeschossen sind.

Zu den wichtigsten wesentlichen und zufälligen Bestandtheilen der Gesteine gehören:

1. Der **Feldspath**, welcher hauptsächlich aus Doppelsilicaten der Thonerde und aus Alkalien (Natrium, Kalium) besteht und zumeist nur unterschieden wird in Orthoklas oder Kalifeldspath, aus 64·7% Kieselsäure, 18·4% Thonerde und 16·9% Kali bestehend (im Granit, Gneiß, Syenit, Porphyr), in Albit oder Natronfeldspath und in Anorthit oder Kalknatronfeldspath (im Basalt). Zu den Feldspath-Varietäten rechnet man ferner: den Sandin oder glasigen Feldspath (Varietät des Orthoklas; in den Trachyt- und Phonolithgesteinen); den Oligoklas, aus 62·8% Kieselsäure, 23·1% Thonerde und 14·1% Natron bestehend (Varietät des Natronfeldspath; im Granit, Quarzporphyr, Gneiß, Trachyt, Diorit u. s. w.); den Labrador, aus 53.6% Kieselsäure, 29·8% Thonerde, 12·1% Kalk und 4·5% Natron bestehend (Varietät des Kalkfeldspath; im Diabas, Gabbro, in einigen Doleriten u. s. w.); endlich den Andesin mit gleichen Theilen Natron und Kalk (Varietät des Anorthit). — Die beiden Arten Oligoklas und Labrador werden häufig zusammen mit Plagioklas bezeichnet.

2. Der **Leucit**, welcher aus Thonerde, Kalium und Kieselsäure besteht und theilweise oder vollständig den Feldspath vertritt. Mineral von geringerer Bedeutung, Gemengtheile der Lava und des Basalts.

3. Der **Nephelin** mit Thonerde, Natron, Kalium und Kieselsäure (im Basalt). Varietät desselben: Elaeolith (in den Elaeolithgesteinen, z. B. im Zirkonsyenit). Beide Vertreter des Feldspaths.

4. Der **Glimmer.** Man unterscheidet: a) den schwarzen oder Magnesiaglimmer, aus Magnesia, Kalium, Thonerde, Eisenoxyd und Kieselsäure bestehend; sehr verbreitet im Granit, Gneiß, Syenit, Trachyt, Diorit, Porphyr u. s. w.; b) den weißen oder Kaliglimmer, meistens ein Gemenge vor Kalium, Thonerde (oder statt eines Theiles derselben: Eisenoxyd, Manganoxyd, Chromoxyd) und Kieselsäure; kommt vor im Glimmerschiefer, Gneiß, Granit, in einigen Trachytgesteinen u. s. w.; c) den Lithionglimmer, welcher vom Kaliglimmer nur durch einen geringen Gehalt von Lithion, Rubidium, Cäsium und Fluor abweicht und besonders auf Zinnerzlagerstätten gefunden wird.

5. Der **Quarz** (Kiesel), eine vollkommen reine, nur geringe Beimengungen von Eisen, Titan und anderen Oxyden, auch kohligen Substanzen enthaltende Kieselsäure. Quarz bildet mit seinen zahlreichen Varietäten das härteste, festeste, dauerhafteste und verbreitetste Mineral, und ist z. B. ein Hauptbestandtheil des Quarzit, Sandstein, Granit, Gneiß, Quarzporphyr, Glimmerschiefer u. s. w.

6. Die **Hornblende** (Amphibol), deren chemische Zusammensetzung sehr schwankend ist, die aber hauptsächlich aus einem Doppelsilicat aus Kalk, Magnesia, Eisenoxydul, häufig auch aus Thonerde und Eisenoxyd besteht. Sie ist in den Gesteinen sehr verbreitet. Varietäten: gemeine Hornblende

(im Hornblendefels, Hornblendeschiefer, Syenit, Syenit-Granit, Diorit u. s. w.), Strahlstein oder Aktinolith (im Talkschiefer und Chloritschiefer), Graumatit, Tremolit oder Calamit (im krystallinischen Kalkstein und Dolomit), basaltische Hornblende (im Basalt, Trachyt, Dolerit) und Amiant oder Asbest (im Serpentin häufig mächtige Gänge bildend). — Der Hornblende verwandt sind die Augite.

7. Der **Turmalin**, der mit Hornblende leicht verwechselt wird, ein Borsäure, auch Fluor und Thonerde enthaltendes Silicat von sehr wechselnder chemischer Zusammensetzung ist und nach seiner Farbe in wasserhellen, rothen, grünen, braunen und schwarzen (Schörl) unterschieden wird. Sehr verbreitet im Granit, Gneiß, Glimmerschiefer, Chloritschiefer Talkschiefer u. s. w.

8. Der **Augit**, dessen chemische Zusammensetzung ebenfalls schwankend ist, der aber meistens Kalkerde, Magnesia und Eisenoxydul mit oder ohne Beimengung von Thonerde enthält. Man unterscheidet: den gemeinen oder thonerdehaltigen Augit (bildet Augitfels und ist ein sehr verbreiteter Gemengtheil des Diabas, Diorit, Melaphyr, Trachyt, Basalt) und den thonerdefreien Diopsid (im Smaragdid und Omphazit). Dem gemeinen Augit in der chemischen Zusammensetzung verwandt sind: der Diallag (im Gabbro und Serpentin), der Bronzit (im Schillerfels, Serpentin und einigen Basalten), der Kokkolith (in abgerundeten Körnern auftretender Augit; im Magneteisen) und der Hypersthen (im Hypersthenfels und einigen vulcanischen Gesteinen).

9. Der **Chlorit**, welcher aus kieselsaurer Thonerde mit kieselsaurer Magnesia oder kieselsaurem Eisenoxydul besteht. Er bildet an sich oder mit Quarz vermengt den Chloritschiefer, vertritt in manchen Graniten, Gneißen und Glimmerschiefern den Glimmer, und in manchen Talkschiefergesteinen den Talk

und imprägnirt als feinster Staub einige Gesteine, sie färbend (z. B. Diabas).

10. Der **Talk**, welcher Kieselsäure, Magnesia (oder anstatt eines Theiles derselben Eisenoxydul oder Thonerde) und Wasser besitzt. Dichter Talk heißt Speckstein oder Steatit. Talk bildet eine besondere Gebirgsart, den Talkschiefer, kommt aber auch als Einschluß in anderen Gesteinen und auf Erzlagergängen vor. (Beiläufig erwähnt, wird er zu Maschinenschmiere, Glättpulver, Puder, Schminke, Schneiderkreide u. s. w. verarbeitet und auch zur Fabrikation von Töpfen und Gasbrennern — sogenannten Specksteinbrennern — benutzt.)

11. Der **Serpentin.** Man unterscheidet: gemeinen Serpentin (undurchsichtig, mit splitterigem Bruch) und edlen (durchscheinend, mit glattem Bruch). Serpentin besteht aus Magnesia, Kieselsäure und Wasser; anstatt der Magnesia führt er auch etwas Eisenoxydul. Er bildet an sich mächtige Lager, Stöcke und Gänge (Serpentinfels), kommt aber auch als Einsprengling in anderen Gesteinen vor (z. B. im Ophicalcit) (siehe § 15).

12. Der **Dolomitspath, Bitterspath, Braunspath,** aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia bestehend, häufig auch etwas Eisenoxydul und Manganoxydul enthaltend. Der körnig-krystallinische und dichte Bitterspath, Dolomit, bildet eine selbstständige Gebirgsmasse; der krystallinische Dolomitspath (Braunspath) findet sich hauptsächlich auf Erzgängen; der Dolomitspath bildet dolomitischen Kalkstein, Mergelkalk, Mergel u s. w. (siehe § 32).

13. Der **Kalkspath** oder **Calcit,** welcher aus kohlensaurem Kalk meistens mit geringen Beimengungen von Magnesia, Eisenoxydul, Manganoxydul, Zinkoxyd u. s. w. besteht und in den verschiedensten Formen in der Natur auftritt. Er bildet den Kalkstein, Marmor, Tropfstein, Mergel, Kalktuff,

oolithischen Kalk, Kreide u. s. w. (siehe § 29). Mit ihm innig verwandt ist:

14. Der **Aragonit** oder **aragonische Kalkspath**, eine krystallisirende Modification des kohlensauren Kalkes, häufig mit kleinen Beimengungen von kohlensaurem Strontian, seltener mit kohlensaurem Blei und kohlensaurer Magnesia. Der Aragonit bildet Sprudelstein (Karlsbad) und Eisenblüthe und kommt im Thon, im Gyps und in Drusen des Basalts vor.

15. Der **Ankerit**, eine Verbindung von kohlensaurem Kalk mit kohlensaurem Eisenoxydul und kohlensaurer Magnesia, welcher ebenfalls in der Form des Kalkspaths krystallisirt. Er findet sich nur selten vor und bildet den sogenannten Pignolienstein.

16. Der **Gyps**, welcher aus Kalkerde, Schwefelsäure und Wasser besteht und ein sehr verbreitetes, massenhaft in Lagern und Gängen vorkommendes Mineral ist. Der krystallinisch-feinkörnige, weiße Gyps führt den Namen Alabaster, der blätterige heißt Marienglas (siehe § 33).

17. Der **Anhydrit**, wasserfreier schwefelsaurer Kalk, eine Abart des Gypses, besonders in Steinsalzlagern vorkommend.

18. Das **Steinsalz** (Edelsteinsalz, Kochsalz u. s. w.), aus Natrium und Chlor zusammengesetzt und mit Beimengungen von Chlormagnesium und Chlorkalium. Steinsalz findet man in den verschiedensten Gesteins-Formationen in mächtigen Lagern und Stöcken im Salzthon und Gyps, Mergel und Dolomit u. s. w. eingewachsen; es kommt aber auch als Sublimatsproduct im Krater mancher Vulcane und auf Lavaströmen und als Auswitterung des Erdbodens in Steppen und Wüsten vor und tritt, wiewohl selten, als Fels zu Tage (z. B. in Spanien, Algerien, Rumänien).

19. Der **Granat**, ein Silicat von sehr verschiedener Zusammensetzung. Nach ihr unterscheidet man folgende Varie-

täten: den edlen Granat (Almandin, Karfunkel), Thoneisengranat, columbin-, kirsch- oder blutroth, durchsichtig, meist krystallisirt; Gemengtheil im Serpentin, Glimmerschiefer, Eklogit u. s. w.; den weißen Granat, Thonkalkgranat, wasserhell oder weiß; den Hessonit oder Caneelstein (Zimmtstein), Thonkalkgranat, honigorangegelb bis zimmtbraun, durchsichtig, krystallisirt und körnig; den gemeinen Granat, Thonmangangranat, rothbraun, meistens undurchsichtig, krystallisirt als Gemengtheil von Glimmerschiefern und Hornblendegesteinen; den Colophonit, bräunlich bis schwärzlich; den Pyrop, blutroth; den Melanit, Eisenkalkgranat, sammetschwarz, undurchsichtig, krystallisirt, in Auswürflingen des Vesuves u. s. w. Granat findet man außerdem im Granatfels und Granulit.

20. Der **Disthen**, mit seinen Varitäten Cyanit und Rhätizit, aus Thonerde und Kieselerde bestehend, zuweilen auch etwas Eisenoxyd enthaltend, Nebengemengtheil im Granit, Gneiß, Glimmerschiefer, Talkschiefer und Granulit.

21. Der **Schwefelkies** (Pyrit, Eisenkies), welcher aus Eisen und Schwefel besteht und sehr leicht zu Eisenvitriol verwittert. Er findet sich in ganz feinen Körnchen und Blättchen meistens im Diorit und Diabas, in den Schiefergesteinen, deren Dauerhaftigkeit er erheblich beeinträchtigt, und hin und wieder auch in Kalksteinen, im Thon und in der Steinkohle vor.

22. Der **Magnetkies** (Pyrrhotin), aus Eisen und Schwefel verschiedenartig zusammengesetzt; er bildet zufällige Gemengtheile im Diorit, Basalt, Serpentin u. s. w. und dient zur Darstellung des Eisenvitriols.

23. Das **Magneteisen** (Eisenoxyduloxyd). Es kommt in dichten Massen von großer Ausdehnung vor und auch als accessorischer Bestandtheil in Gestalt kleiner schwarzer Krystalle im Granit, Syenit, Gneiß, Chloritschiefer, Talkschiefer u. s. w.

24. Der **Brauneisenstein** (Eisenoxydhydrat). Er giebt mit Thon vermengt den braunen Thoneisenstein oder gelben Ocker und das Bohnerz, welches in kleinen rundlichen Stücken abgesondert ist, ferner verunreinigt mit Thon, Sand, Phosphorsäure und Schwefel den Raseneisenstein (Sumpf-, See-, Wiesenerz).

25. Der **Rotheisenstein** (Eisenoxyd) mit seinen Varietäten: Eisenglanz, Eisenglimmer, Glaskopf (Blutstein), Martit. Man findet ihn in kleineren Mengen in vielen Mineralien vor, die ihm häufig ihre Färbung verdanken. Rotheisenstein bildet mit Kieselsäure den Kieselstein, mit Thon den rothen Thoneisenstein, mit Kalk den Glimmersyenitporphyr oder die Minette.

26. Der **Graphit**, aus reinem Kohlenstoff bestehend, doch gewöhnlich durch Eisenoxyd, Kalk und Thonerde, Kieselsäure u. s. w. verunreinigt. Man findet ihn nicht nur als Einsprengling lager- und auch nesterweise in älteren, krystallinischen Gesteinen (z. B. Schiefern, Kalken, Porphyren), sondern auch als Gemengtheil anderer Gesteine (Graphitsteine).

27. Der **Anthracit oder Kohlenblende**. Anthracit besteht im Wesentlichen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Asche und ist gewöhnlich schwefelfrei. Er bildet Graupen, Körner, Nester und Lager in den Quarzgängen des Thonschiefergebirges und kommt auch fein vertheilt vor in der Grauwacke, im Thon- und Kieselschiefer u. s. w.

Ferner ist noch die Steinkohle zu erwähnen, welche Thonerde, Kieselerde, Kalkerde, Kalkspath, Hornstein, Gyps, Schwefelmetalle u. s. w. einschließt, und die Braunkohle, die Thongesteine, Letten, Schieferthone, Sande, Sandsteine, Süßwasserkalke, Muschelmergel, Phosphorite, Sphärosiderite, und Thoneisenstein, ferner Tuffsteine aus Trachyt und Basalt enthält.

Endlich müssen noch als eingesprengte, accessorische Bestandtheile aufgeführt werden:

Boracit (im Gyps von Lüneburg und Segeberg; mit Chrommagnesiumhydrat verunreinigt auch im Salzlager zu Staßfurt);

Beryll (Smaragd, in Gängen und Drusen des Quarz, Granit, Glimmerschiefer und Gneiß);

Gold (in Quarzgängen auf Granit, Trachyt und Thonschiefer, im Talk- und Glimmerschiefer, im Diluvial- und Alluvialsand);

Olivin (charakteristischer Gemengtheil des Basalt, Melaphyr, Gabbro, ferner eingewachsen in Talkschiefer, Meteoreisen und in vielen Laven oder fein vertheilt im Ganggestein und wesentlicher Gemengtheil im Olivinfels). Olivin führt in Krystallform den Namen Chrysolith, das Mineral besteht aus 40·98% Kieselsäure, 49·18% Magnesia und 9·84% Eisenoxydul.

Platin (Polyxenkörper; in Begleitung von Gold im Diluvium und Alluvium);

Staurolith (im Glimmerschiefer, im Gotthardmassiv);

Titanit (in Syenit, Granit, Gneiß, Diorit, Phonolith, krystallinischem Kalkstein u. s. w.).

---

§ 5. Härte, Zähigkeit, Spaltbarkeit, Bruch, Durchsichtigkeit, Glanz, Farbe.

Da bei der petrographischen Betrachtung der natürlichen Gesteine und auch sonst in diesem Werke wiederholt von der Härte, Zähigkeit und Spaltbarkeit, dem Bruch, der Durchsichtigkeit, dem Glanz und der Farbe die Rede sein wird, so wollen wir bereits hier das Wichtigste über diese physikalischen Eigenschaften der Mineralien mittheilen.

Härte nennt man den Widerstand, welchen ein fester Körper dem Eindringen eines anderen in seine Oberfläche entgegenstellt. Von zwei Körpern ist derjenige der härtere, welcher den anderen zu ritzen vermag, ohne von diesem selbst geritzt zu werden.

Professor Mohs hat 10 bekanntere Mineralien ausgewählt und in der Weise zu einer Härtescala zusammengestellt, daß jedes folgende Mineral sein vorhergehendes ritzt. Diese Scala enthält also 10 Härtegrade, welche durch Nummern bezeichnet werden. Sie lautet:

Härte 1: Talk (mit dem Fingernagel leicht zu ritzen),

Härte 2: Gyps oder Steinsalz (mit dem Fingernagel schwer zu ritzen),

Härte 3: Kalkspath (mit dem Messer leicht zu schaben),

Härte 4: Flußspath (mit dem Messer schwer zu schaben),

Härte 5: Apatit (mit dem Messer fast nicht mehr zu schaben, am Stahl keine Funken gebend),

Härte 6: Feldspath (am Stahl einzelne Funken gebend),

Härte 7: Quarz (am Stahl lebhafte Funken gebend),

Härte 8: Topas,

Härte 9: Korund oder Saphir,

Härte 10: Diamant (ritzt alle Körper und wird selbst von keinem anderen geritzt).

Die Härte eines Minerales oder homogenen Gesteins wird dadurch bestimmt, daß man es der Reihe nach mit obigen Mineralien, vom härtesten angefangen, zu ritzen versucht und die Nummern desjenigen Minerals anführt, von dem das untersuchte Gestein noch eben geritzt wurde. Hierbei ist jedoch zu bemerken, daß der Grad der Härte bei einigen Mineralien (z. B. dem Cyanit) auf verschiedenen Flächen, bei anderen (z. B. dem Gyps) nach verschiedenen Richtungen auf derselben Fläche verschieden ist.

Poröse und aus verschiedenen Gemengtheilen bestehende Gesteine können mit Hilfe dieser mineralogischen Härtescala nicht auf ihren Widerstand gegen Ritzen und Schneiden geprüft werden, sondern es ist die Untersuchung auf anderem Wege vorzunehmen, den wir im zweiten Bande dieses Werkes im Capitel „Prüfung der natürlichen Gesteine" angeben werden.

Die Mineralien theilt man bezüglich ihrer **Zähigkeit**, d. h. ihres Widerstandes gegen die Trennung ihrer Theile durch Druck, Zug, Biegung und Schlag ein in:

1. spröde, d. h. grob- oder feinzersplitternde, nach allen Richtungen bei der Zertheilung Risse und Sprünge erhaltende Mineralien (z. B. Quarz, Kalkspath);

2. milde, d. h. in pulverförmige Theilchen trennbare (z. B. Graphit);

3. geschmeidige, d. h. in zusammenhängende, weder pulver- noch splitterförmige Theilchen so weit zu theilende, als das trennende Werkzeug eindringt (z. B. die Edelmetalle, die sich hämmern und schneiden lassen);

4. dehnbare, d. h. zu dünnen Blechen hämmerbare (beziehungsweise walzbare) (z. B. Silber);

5. biegsame, d. h. in dünnen Blättchen zu biegende und dabei nicht zerbrechende, aber auch nicht ihre frühere Form wieder einnehmende Mineralien (z. B. Talk);

6. elastische, d. h. in dünnen Theilchen zu biegende Mineralien, welche nach der Biegung ihre frühere Lage wieder einnehmen (z. B. Glimmer).

Spaltbarkeit besitzt ein Mineral, wenn es eine krystallinische Bildung hat, d. h. im Innern einen regelmäßigen Bau zeigt, den man beim Zerschlagen, Zerbrechen oder Spalten erkennen kann.

Sehr häufig zeigen die Mineralien nach einer bestimmten Richtung einen geringeren Cohäsionswiderstand, sind also

nach dieser Richtung hin leichter zu spalten, wobei sich Stücke (Spaltungsstücke) mit ebenen, glatten Flächen (Spaltungsflächen) bilden.

Man unterscheidet einfache und mehrfache Spaltbarkeit, ferner Spaltbarkeit nach einer oder mehreren Richtungen (Beispiele: Bleiglanz einfache Spaltbarkeit nach drei Richtungen, Schwerspath zweifache Spaltbarkeit nach drei Richtungen, Feldspath dreifache Spaltbarkeit nach vier Richtungen), — endlich nach dem Grade der Deutlichkeit: sehr vollkommene Spaltbarkeit (Schiefer), vollkommene (Glimmer), unvollkommene (Quarz), undeutliche und versteckte. Amorphe Mineralien lassen sich nicht nach bestimmter Richtung spalten.

Ein **Bruch** oder eine Bruchfläche erscheint stets da, wo ein unspaltbares, krystallinisches oder amorphes oder ein spaltbares, der Spaltungsrichtung entgegen, zerbrochen oder zerschlagen wird. Je nach der Beschaffenheit und der Form nennt man den Bruch:

dicht, wenn die Theilchen fest miteinander verbunden sind;

erdig, wenn die Bruchfläche mit staub- oder sandförmigen Theilchen bedeckt ist (z. B. Kreide);

muschelig, wenn die Bruchfläche Erhöhungen und Vertiefungen zeigt (z. B. Feuerstein);

splitterig, wenn die Bruchfläche halbabgelöste Splitter besitzt (z. B. Serpentin);

hakig, wenn die Bruchfläche spitze, hakenförmig gekrümmte Erhöhungen zeigt (z. B. Eisen);

glatt und eben (z. B. Bandjaspis);

uneben (z. B. Marmor, Quarz) u. s. w.

In Bezug auf die **Durchsichtigkeit** unterscheidet man verschiedene Grade, nämlich:

durchsichtig, wenn ein Gegenstand durch das Mineral zu erkennen ist (z. B. Glimmer);

wasserhell, wenn ein durchsichtiges Mineral ungefärbt ist (z. B. Bergkrystall);

halbdurchsichtig, wenn ein Gegenstand durch das Mineral nur undeutlich zu erkennen ist (z. B. Opal);

durchscheinend, wenn das Mineral das Licht nur durchschimmern läßt (z. B. Chalcedon);

an den Kanten durchscheinend, wenn es das Licht nur an den Kanten oder auch in ganz dünnen Bruchstückchen durchschimmern läßt (z. B. gemeiner Quarz);

undurchsichtig, wenn selbst das letztere nicht mehr der Fall ist (z. B. Metalle, Braun- und Steinkohle).

Häufig zeigt ein und dasselbe Mineral verschiedene Grade der Durchsichtigkeit. So z. B. läßt das undurchsichtige Gold in ganz feingeschlagenen Blättchen das Licht (grünlich) durchschimmern.

Der **Glanz** der Mineralien hängt von der Beschaffenheit ihrer Oberfläche ab und ist um so größer, je weniger Risse und Unebenheiten dieselbe zeigt, je mehr sie sich also dem Spiegel nähert. Nach dem Grade des Glanzes nennt man die Mineralien:

spiegelnd (Metalle);

starkglänzend (Bleiglanz);

glänzend (Salz);

wenigglänzend (körniger Kalkstein);

schimmernd (Feuerstein);

matt (glanzlos; bei Mineralien mit erdigem Bruch).

Ferner unterscheidet man bezüglich des Charakters des Glanzes:

Metallglanz (bei undurchsichtigen Mineralien, z. B. den Metallen, Graphit, Schwefelkies);

Diamantglanz (Diamant);
Wachs- oder Fettglanz (gemeiner Opal, Schwefel);
Glasglanz (Bergkrystall);
Perlmutterglanz (Glimmer);
Seidenglanz (Asbest).

Die **Farbe** der Mineralien ist entweder eine *wesentliche*, d. h. durch die chemische Zusammensetzung des Minerals bedingte, oder eine *unwesentliche*, d. h. nur durch einen *zufälligen* Bestandtheil des an und für sich farblosen Minerals hervorgerufen, sie ist ferner eine *metallische* (Farben mit Metallglanz und Undurchsichtigkeit, vorkommend: *silberweiß, zinnweiß, bleigrau, stahlgrau, eisenschwarz, speisgelb. goldgelb, messinggelb, bronzefarben, tombacksbraun*) oder eine *nichtmetallische* (*schneeweiß, aschgrau, sammetschwarz, berlinerblau, smaragdgrün, citronengelb, karminroth, kastanienbraun*) mit den verschiedensten Abstufungen.

Unter **Strich** eines Minerals versteht man diejenige Farbe, welche erscheint, wenn man das Mineral ritzt oder auf einer unglasirten Porzellantafel zerreibt. Die Farbe des Strichpulvers ist meist *heller* als die des Minerals.

---

§ 6. Die Structur der Gesteine.

Man unterscheidet zwei Hauptclassen von Gesteinen:

1. Die **krystallinischen** oder **ursprünglichen**, weil gleichzeitig mit ihren mineralischen Gemengtheilen entstanden.
2. Die **klastischen oder Trümmergesteine.**

Die ersteren bestehen aus innig miteinander verwachsenen krystallinischen Theilen (wie z. B. der Granit), die klastischen

aus zusammengekitteten Trümmern älterer Gesteine (wie z. B. der Sandstein).

Die krystallinischen Gesteine theilt man ein in:

einfache, d. h. aus lauter kleinen Theilchen (Krystallen, Körnern, Blättchen u. s. w.) eines einzigen Minerals bestehende Gesteine (z. B. Marmor) und in

gemengte, d. h. aus den Theilchen zweier, dreier oder mehrerer Mineralien zusammengesetzte (z. B. Porphyr).

Nach der Größe dieser Mineraltheilchen unterscheidet man:

makrokrystallinische Gesteine, welche Gemengtheile von mehr als 1 Millimeter Durchmesser besitzen;

mikrokrystallinische Gesteine mit Gemengtheilen, welche eben noch mit freiem Auge zu unterscheiden sind;

kryptokrystallinische (dichte), deren Gemengtheile nur mit der Lupe oder dem Mikroskop zu unterscheiden sind.

Die Art und Weise der Zusammensetzung, das innere Gefüge, nennt man **Structur** (Textur). Die Structur eines Steines ist abhängig von der Form der einzelnen Bestandtheile, von ihrer Größe, von ihrer Lage zu einander, von der Raumausfüllung und von der Art der Verbindung. Die Structur wird hiernach eine sehr verschiedene sein.

Bei den krystallinischen Gesteinen ist sie:

dicht, wenn die Bestandtheile mit freiem Auge nicht mehr zu unterscheiden sind (dichter Kalkstein);

porös, wenn sich in dem Gesteine deutlich kleine Zwischenräume (Poren) erkennen lassen (Rauchwacke);

zellig oder cavernös, wenn diese unregelmäßig (Dolomit); gestalteten Hohlräume von größerer Ausdehnung sind

blasig, wenn das Gestein rundliche Hohlräume in geringer Menge besitzt (einige Laven);

schlackig, wenn diese rundlichen Hohlräume in größerer Menge vorhanden sind, so daß man mehr Zwischenräume als Gesteinsmasse sieht (Lava vom Vesuv);

schwammig und schaumig, wenn nur ganz dünne Wände zwischen den Blasenräumen sind (Bimsstein ;

mandelsteinartig (amygdaloidisch), wenn längliche und etwas verflachte Hohlräume (sogenannte Mandeln) in blasigen Gesteinen ganz oder theilweise mit fremden Mineralien ausgefüllt sind (Melaphyrmandelstein);

körnig, wenn krystallinische Körner und Blättchen nach allen Richtungen hin gleich ausgedehnt erscheinen und keine bestimmte Anordnung erkennen lassen. Nach der Korngröße unterscheidet man groß-, grob-, klein-, feinkörnige Gesteine (Granit);

schuppig, wenn die Gesteine größtentheils aus parallellaufenden Schüppchen und Blättchen bestehen (Chloritschiefer);

blätterig, wenn die Bestandtheile der Gesteine flächenförmig nach zwei Richtungen ausgedehnt sind (Papierkohle);

schieferig, wenn die Gemengtheile in Blättchenform nach mehr oder minder parallelen Flächen angeordnet sind, so daß in dieser Richtung leichter als in jeder anderen sich das Gestein in meist plattenförmige Stücke theilen läßt (Thonschiefer);

flaserig, wenn linsenförmige, körnige Gemengtheile von dünnen, schuppig zusammengesetzten, sich an die Form der Körner anschmiegenden und wellenförmigen Lagen parallel durchsetzt werden (Gneiß);

faserig oder stengelig, wenn das Gestein aus lauter faserigen oder dünnstengeligen, zuweilen parallel nebeneinanderstehenden Bestandtheilen zusammengesetzt ist (Onyxmarmor);

gestreckt, wenn säulenförmige langgestreckte Mineraltheile (z. B. Hornblendesäulen, säulenförmige Sanidinkrystalle) und

langgezogene Blasenräume im Gestein vorkommen und alle oder einige nach einer bestimmten Richtung hin parallel gelagert sind (Trachyt, Lava);

porphyrisch, wenn in einer dichten oder feinkörnigen Gesteinsmasse einzelne größere Krystalle oder krystallinische Körner irgend eines Minerals so eingebettet sind, daß erstere gefleckt erscheint (Trachyt);

oolithisch (Rogensteinstructur), wenn das Gestein aus einer fischrogenähnlichen Aneinanderhäufung von kleinen, etwa schrotkorngroßen, kugeligen Concretionen besteht, welche von concentrisch-schaliger oder strahlenförmig-faseriger Structur sind, um einen centralen Kern gelegen und durch eine dichte, gleichartige oder verschiedene Masse zusammengekittet sind (Rogenstein, Erbsenstein);

sphärolithisch, wenn als Einschlüsse, regelmäßig ausgebildete, meist radial-faserige kleine einzelne Kügelchen (Sphärolithen) oder auch einzelne größere oder zu nierförmigen oder traubenförmigen Büscheln gruppirte, muschelig bis eben oder splitterig brechende Kugeln auftreten (Pechstein, Obsidian);

lagenförmig oder gebändert, wenn das Gestein aus einzelnen, parallelen Lagen verschiedenartig gebildeter oder gefärbter Mineralien besteht (Hälleflinta).

Bei den klastischen oder Trümmergesteinen unterscheidet man nach Form und Größe der sie zusammensetzenden Bruchstücke:

Breccienstructur, wenn das Gestein aus größeren eckigen und scharfkantigen Bruchstücken besteht (Phorphyrbreccien);

Brokatellstructur, wenn die eckigen und scharfkantigen Trümmer die Erbsengröße nicht überschreiten;

Conglomerat, wenn das Trümmergestein aus abgerundeten Rollstücken über Erbsengröße zusammengesetzt ist (rothliegendes Conglomerat);

Sandsteinstructur, wenn das Gestein aus kleinen, Stecknadelknopf- bis Erbsengröße besitzenden runden (auch eckigen) Körnern besteht, so daß das Gefüge wie zusammengekitteter Sand aussieht;

Schlammstructur, wenn das Gestein aus feinen, mit freiem Auge kaum oder nicht mehr zu unterscheidenden Staubkörnchen und Schüppchen gebildet ist und sein Gefüge von dem des dichten krystallinischen Gesteins nicht abweicht (Thon, Kaolin).

Die lose aufeinander gehäuften, also nicht mit irgend einem Bindemittel zusammengekitteten Trümmergesteine nennt man lose *Accumulate* und unterscheidet je nach der Größe der Stücke: *Blöcke*, *Gerölle*, *Geschiebe*, *Grus*, *Sand*. *Findlinge* oder *erratische Blöcke* sind einzelliegende, aus einer fernen Gegend durch urweltliche Gletscher oder schwimmende Eisberge transportirte Felsstücke.

---

§ 7. Die Absonderung und Schichtung der Gesteine.

Vollkommen gleichförmig zusammenhängende Gesteinsmassen sind in der Natur nur selten anzutreffen. Selbst sehr dichte, feste und harte Gesteine zeigen *Absonderungen*, d. h. sind durch Risse und Spalten (Lassen) zerklüftet und in verschiedenartig geformte, kleinere oder größere, mehr oder weniger regelmäßige Partien zertheilt. Vor ihrer Ablagerung waren alle Gesteine weich oder flüssig; bei ihrem Erkalten und Festwerden zogen sich zuerst die oberen, später die Theile im Inneren zusammen und es mußten dabei Sprünge entstehen, wie sie z. B. bei einer im Sommer austrocknenden Thonmasse stets und häufig selbst in großen Dimensionen beobachtet werden können.

Nach der Größe der abgetrennten Theile unterscheidet man unregelmäßig massige und vielfach zerklüftete Gesteine; nach der Form der Theile und der Absonderungsflächen: die bankförmige Absonderung, wenn zwei Absonderungsflächen parallel laufen und weit voneinander entfernt sind, so daß gewaltige Felsblöcke entstehen (Schiefergestein, Sandstein);

die plattenförmige Absonderung, wenn diese Parallelflächen verhältnißmäßig nahe liegen, so daß sich dünne Tafeln bilden (Schiefergestein, Sandstein);

die quaderförmige oder parallelepipedische, wenn das Gestein von parallelen und darauf senkrecht stehenden, ebenfalls parallelen Absonderungsflächen durchzogen ist, so daß die Gebirgsmasse gleichsam aus einzelnen Quadern aufgebaut erscheint (Sandstein, Kalkstein);

die säulenförmige, wenn das Gestein in aneinanderstehende Pfeiler zerklüftet ist, die meistens die Gestalt von sechsseitigen Prismen oder die Cylinderform zeigen. Erstere finden sich häufig im Basalt (z. B. bei Stolpen in Sachsen, bei Unkel am Rhein, im sogenannten Riesenweg in Irland u. s. w.), aber auch in anderen Silicatgesteinen, ja selbst bei Trümmergesteinen (wie z. B. beim Mergel und Sandstein), letztere vorzugsweise beim Trachyt;

die gegliederte Absonderung, wenn diese Säulen der Quere nach in kleinere Stücke oder Glieder zertheilt sind (Basalt von der Fingalshöhle auf Staffa);

die kugelförmige, wenn die gegliederten Absonderungen in ihre Theile zerfallen und durch Verwitterung in ihren Kanten abgerundet sind, oder wenn die Erhärtung der Gesteinsmasse von einzelnen Punkten ausgegangen ist, um welche sich dann weitere Schichten schalenförmig angelegt haben (Basalt).

Alle diese, in die Entstehungszeit der Gesteine fallenden Absonderungsarten nennt man die „ursprünglichen", zum

Unterschiede von den in späterer Zeit durch die Zusammenwirkung chemischer, physikalischer und mechanischer Kräfte entstandenen Gestaltungen, welche den Namen „secundäre Absonderungen" führen. Zu letzteren gehören die sackähnlichen, häufig beim Granit zu findenden Abrundungen, die z. B. bei den Kalksteinen nicht seltenen zackigen, gratförmigen und pyramidenförmigen Absonderungen und die muldenförmigen Gruben.

Wenn die übereinanderliegenden, mehr oder weniger parallelen Schichten der plattenförmig abgesonderten Gesteine nicht gleichzeitig beim Erhärten und Zusammenziehen der Gesteinsmassen, sondern allmählich entstanden sind, so nennt man das Gestein geschichtet.

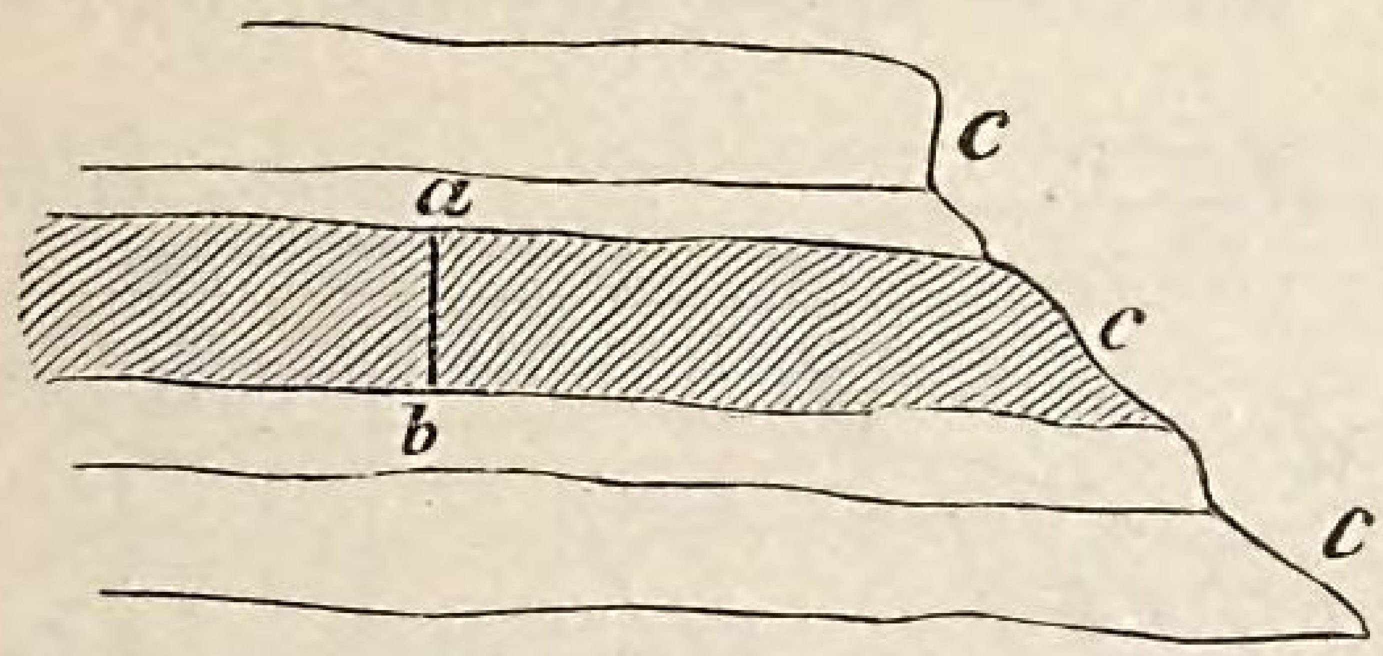
Unter Schichtung versteht man also die durch Ablagerung in Wasser entstandene Aufeinanderfolge plattenförmiger Massen von meist horizontaler, oft meilenweiter Ausdehnung, welche von zwei parallelen Flächen (Schichtungsflächen) begrenzt sind, gegen die der verticale Abstand beider gewöhnlich bedeutend zurücktritt. Zeigt ein Gestein keine ausgesprochene Schichtung, so nennt man es massiges Gestein oder Massengestein. Alle Trümmergesteine und ein großer Theil der krystallinischen Gesteine zeigen Schichtung.

Die Dicke der Schichtung nennt man „Mächtigkeit" (Figur 1, a b) das allmähliche Dünnerwerden einer Schicht nach ihrem Rande hin heißt „Auskeilen" (Figur 2); der Rand selbst oder derjenige Theil der Gesteinsschicht, welcher an die Oberfläche der Erde hervortritt, das „Ausgehende" oder „zu Tage Gehende" oder „Anstehende" der Schichten (Figur 1, c c), und bei stark geneigter oder senkrechter Lage der Schichten der „Schichtenkopf" (Figur 3 und 4, d d).

Eine Anzahl mit den Schichtungsflächen aufeinander gelagerte Platten bilden ein Schichtungssystem oder einen

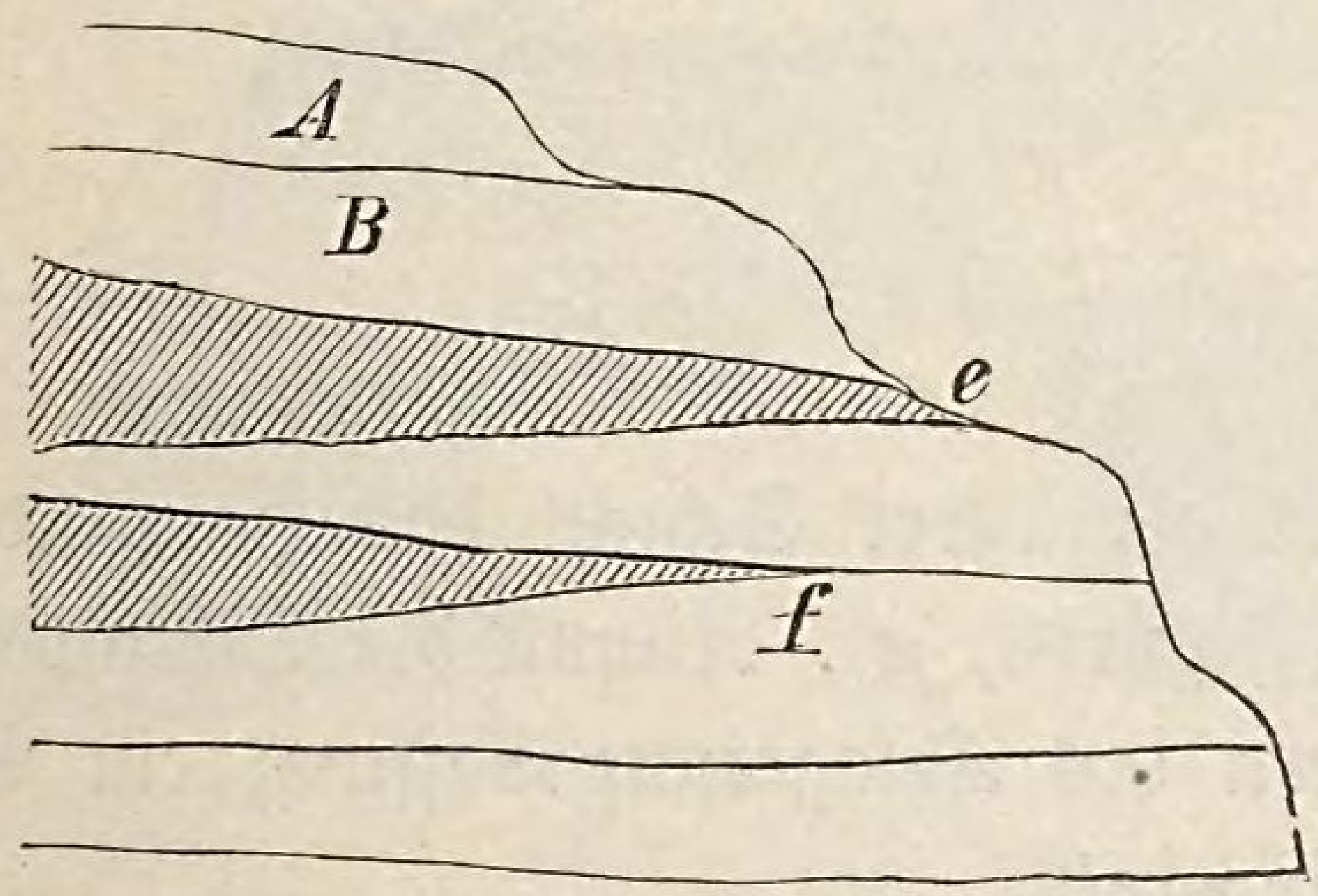
Schichtencomplex. Die Oberfläche der Schichtung heißt die Dach- oder Firstfläche (Figur 5, a), die Unterfläche die Sohle (Figur 5, b). Die Schichten können mannigfaltige Verhältnisse zeigen, sie können alle parallel und wagerecht übereinander lagern (Figur 1) oder es können geneigte

Fig. 1.



oder aufgerichtete Schichten von wagerecht liegenden überdeckt sein (Figur 5, A und B) u. s. w. Die ursprüngliche horizontale Ablagerung der Schichten heißt das „Schwebende"; die Neigung der Schichten gegen die Horizontalebene das „Fallen", „Einfallen" oder „Einschießen" (Figur 3); sie wird mit

Fig. 2.



dem Gradbogen oder auch vermittelst der Nivellirwage bestimmt. Die Richtung, welche angiebt, welchen Winkel die geneigte Schichtungsfläche mit der Mittags- oder Nordlinie einschließt, nennt man das Streichen; sie wird mit Hilfe des geologischen Compasses und in neuerer Zeit auch vielfach mit dem Theodolithen gemessen. Stehen die Schichten senkrecht zur Hori-

zontalebene, so nennt man sie „aufgerichtet" oder „auf den Kopf gestellt" (Figur 4).

Von zwei übereinander liegenden Schichten heißt die untere das „Liegende" (Figur 2, B) die obere das „Hangende" (Figur 2, A); erstere hat sich also vor der letzteren abgelagert. Sind bei einer Störung (Dislocation) die Schichten mehr als 90 Grad geneigt, „übergekippt", so

Fig. 3.

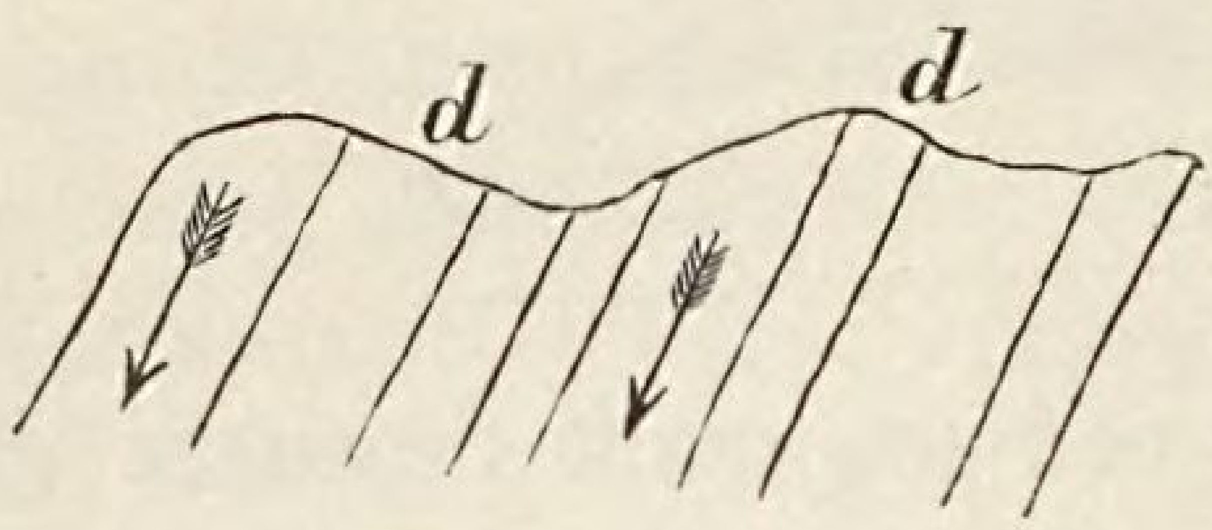


Fig. 4.

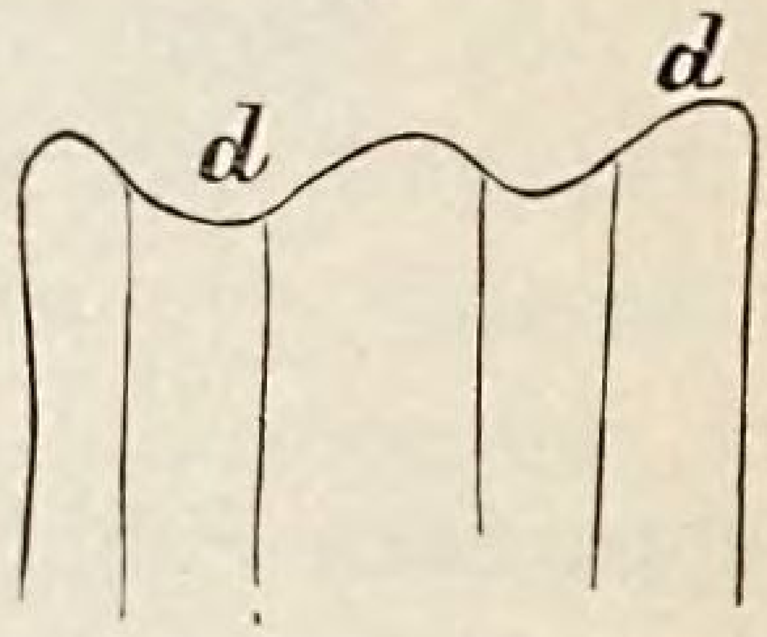
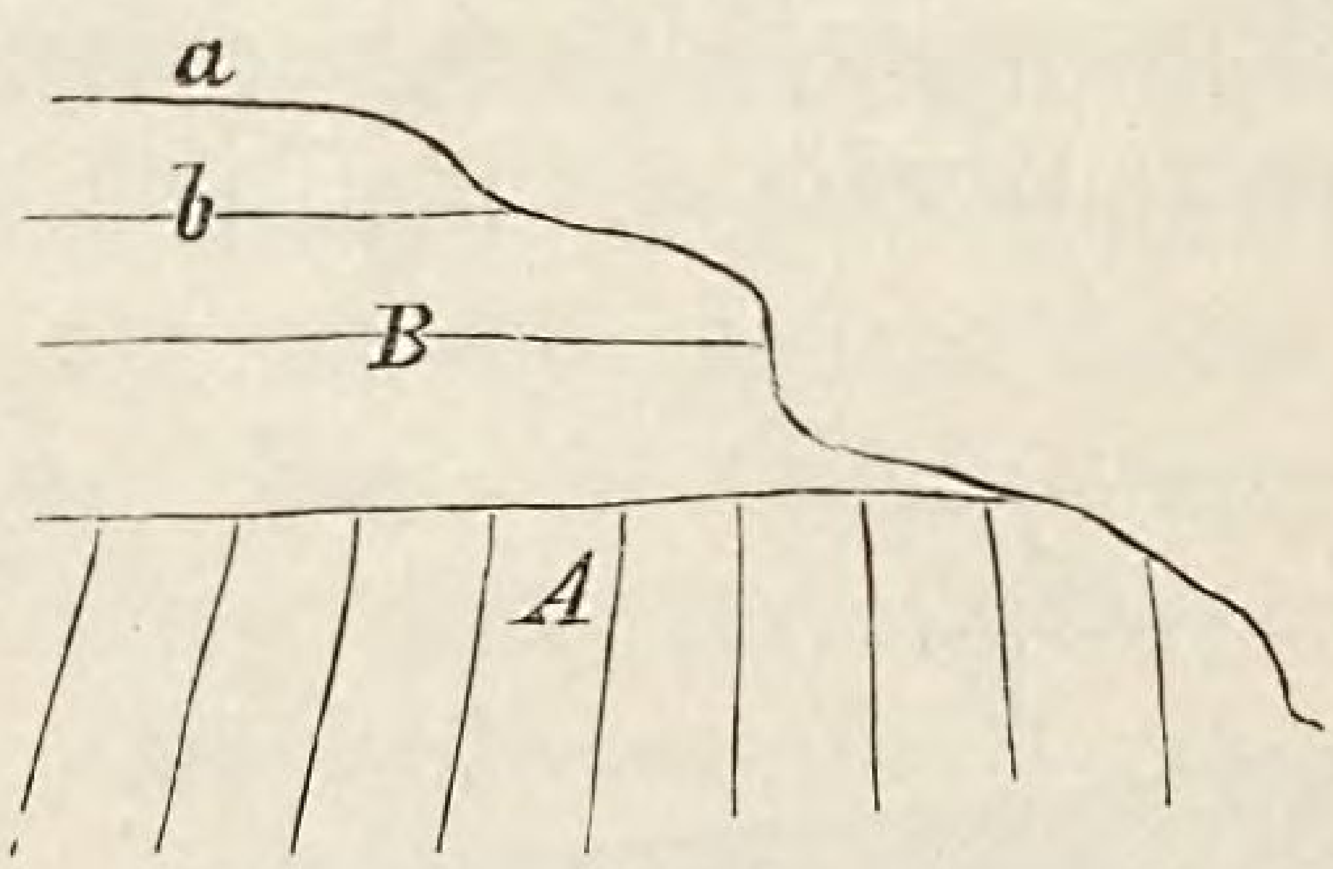


Fig. 5.



wird umgekehrt die ältere Schicht das Hangende, die jüngere das Liegende (Figur 6, g). Nimmt die Schicht plötzlich, z. B. bei steilen Ufern des Ablagerungsbassins, ein Ende, so nennt man sie „absätzig".

Die aus ihrer ursprünglichen, horizontalen Lage gerückten Schichten können geknickt, gebogen und gefaltet, d. h. wellenförmig mehrfach gebogen sein. „Sattel" (Antiklinale) heißen wellenförmige, ununterbrochene Erhöhungen (Figur 6, g und k), „Mulde" (Synklinale) gleichartige Vertiefungen (Figur 6, h). „Fächerförmige" Schichten

nennt man diejenigen, bei welchen der obere Theil des Sattels abgebrochen und fortgeführt und nur der untere, stark zusammengepreßte, stehen geblieben ist. Sind durch Senkungen der Unterlage einzelne Theile der Schichtung abwärts gerutscht, so nennt man eine derartige Verschiebung „Verwerfung" und die Rutschfläche (Figur 7, m—l und n—o) die „Ver-

Fig. 6.

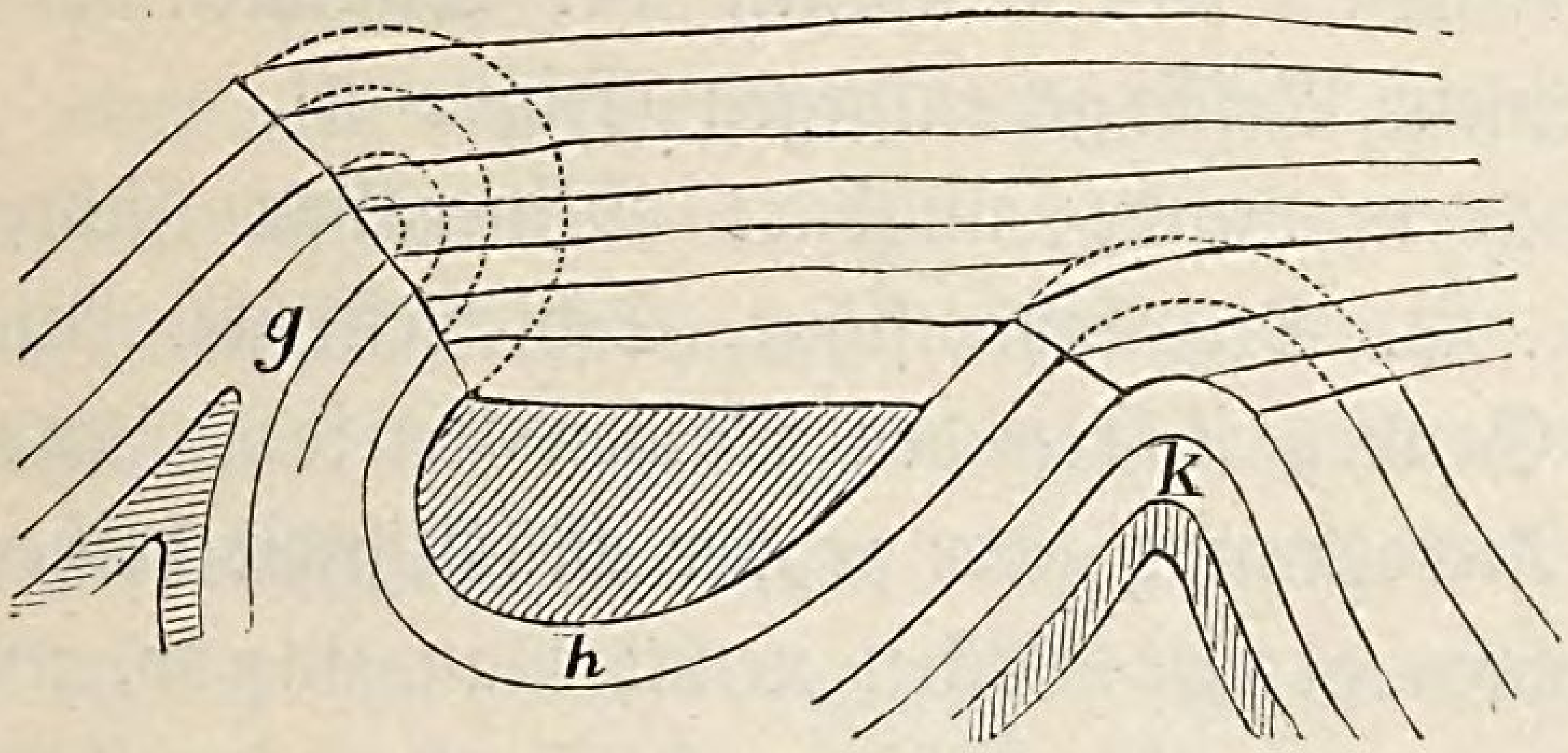
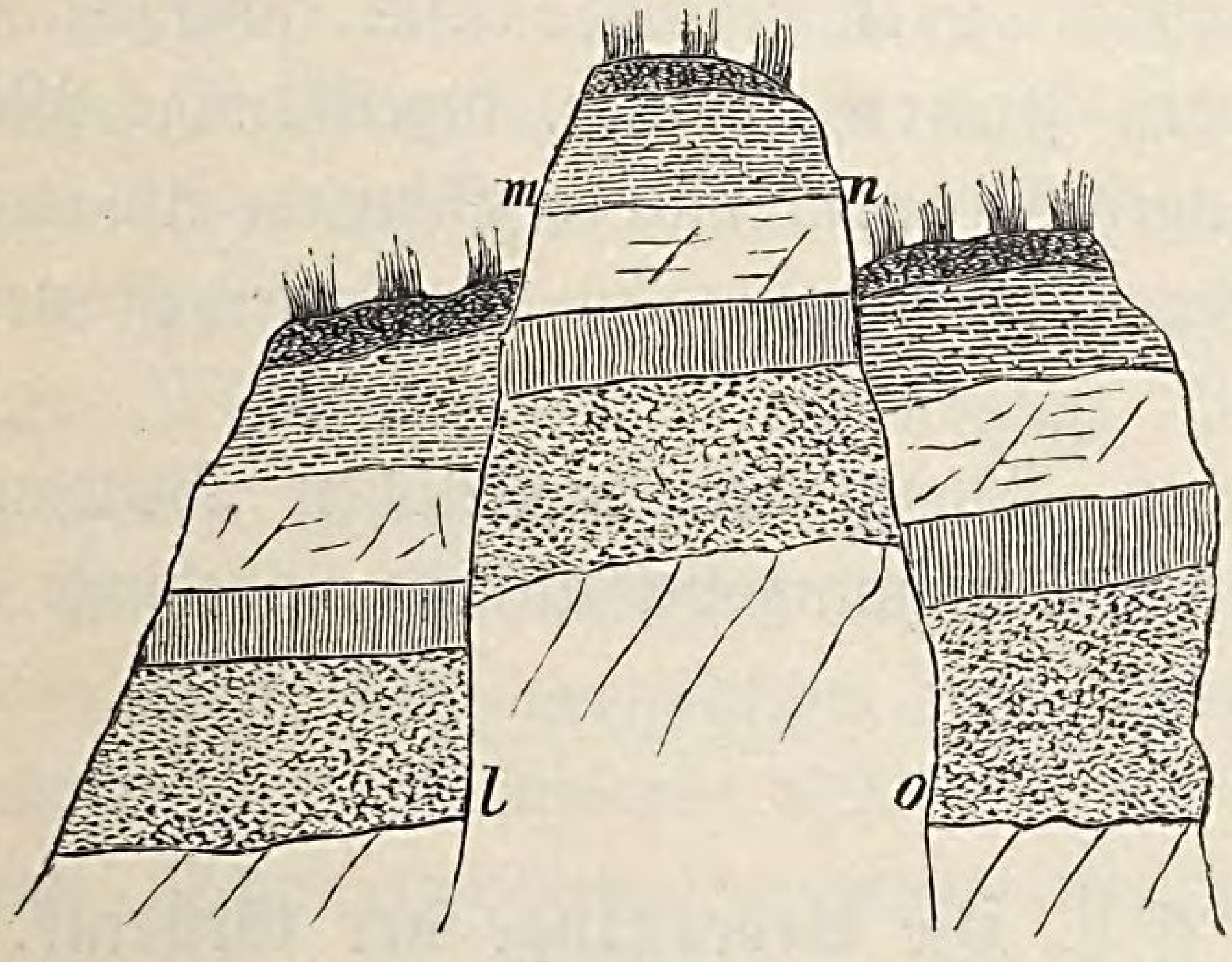


Fig. 7.



werfungskluft oder den „Verwerfer" und, wenn die Rutschfläche polirt oder geriefelt erscheint, den „Spiegel".

Concordant heißt eine Schichtung, wenn das aus einer jüngeren Gesteinsmasse gebildete Hangende dieselbe Lagerung und dieselbe Schichtenstörung zeigt wie das Liegende, das aus einer älteren, einen anderen Charakter tragenden Gesteinsmasse besteht, und discordant, wenn

dies nicht der Fall ist. Eine Transgression oder übergreifende Schichtenreihe entsteht, wenn mehrere ältere Schichten von einer discordanten überlagert werden. Diese Ueberdeckung kann sein mantelförmig, bassinförmig, lager- oder deckenförmig, schollenförmig u. s. w.

„Rechtsinnig" heißt das Fallen der Schichten gegen den Beobachter zu, dem Abhange des Berges entsprechend, „widersinnig" das Einfallen der Schichten in den Berg hinein, seinem Gehänge entgegen (Figur 6).

Schichten, welche nutzbare Mineralien führen, heißen Flötze (z. B. Steinkohlenflötze, Schieferflötze). Ausfüllungen kleinerer Gruben führen den Namen Linsen, Lager von geringerer Ausdehnung aber großer Mächtigkeit heißen Stöcke, Ausfüllungen großer Becken nennt man Lager, mit anderen Mineralien ausgefüllte Klüfte und Spalten im Gestein heißen Gänge, zerstreut vorkommende, kleine, unzusammenhängende Massen werden Putzen, knollige, kugelförmige Massen geringeren Umfanges Nieren und erzführende Ablagerungen von durch Wasser fortgeschwemmten Trümmergesteinen Seifen genannt.

Für den Abbau der natürlichen Gesteine sind die Kenntnisse der Schichtungsverhältnisse unbedingt erforderlich.

---

§ 8. Die Uebergänge der Gesteine.

Der Charakter eines Gesteins ist ein schwankender, denn die Bestandtheile wechseln häufig ihre Gruppirung, Größe und Menge. Nicht selten tritt ein Gemengtheil zurück und verschwindet auch ganz, um einem neuen Platz zu machen, nicht selten ändert sich die Structur u. s. w., und so finden Uebergänge von einer Gesteinsart in eine andere statt, die

bei aneinandergelagerten Gebirgsmassen oftmals so allmählich vor sich gehen, daß man eine deutliche Grenze zwischen ihren Ablagerungsgebieten nicht mehr zu ziehen vermag.

Uebergänge bilden nicht nur die krystallinischen Gesteine, sondern auch die Trümmergesteine, jedoch zeigen sie sich nur innerhalb einzelner Gesteinsgruppen.

Zwischen den krystallinischen Gesteinen werden Uebergänge dadurch vermittelt, daß entweder ein neuer Bestandtheil hinzutritt, oder ein Gemengtheil allmählich zurücktritt und endlich ganz verschwindet, oder ein wesentlicher Bestandtheil wächst und gleichzeitig ein anderer abnimmt, oder an Stelle eines allmählich zurücktretenden und endlich ganz verschwindenden ein neuer Gemengtheil hinzutritt, oder durch Abnahme der Korngröße aus einem grobkörnigen Gefüge ein dichtes wird, oder durch parallele Lagerung blättchenförmiger Bestandtheile die körnige Structur sich in ein schieferige verwandelt, oder umgekehrt durch Aufhören der parallelen Lagerung und gleichzeitige Zunahme der Korngröße aus der schieferigen die körnige Structur wird, oder endlich durch Zunahme der Korngröße einiger Bestandtheile und gleichzeitige Verkleinerung anderer die körnige Structur in eine porphyrische übergeht.

So z. B. wird aus Granit durch Verschwinden des Feldspaths Greisen, durch Vermehrung des Glimmers Gneiß, durch Aufnahme von Hornblende und allmähliche Abnahme von Glimmer Syenitgranit — und umgekehrt; ferner Glimmerschiefer durch Hinzutritt von Feldspath zu Gneiß und Gneiß durch Annahme einer schieferigen Structur zu Glimmerschiefer, Diorit durch Abnahme der Korngröße zu Aphanit, durch Annahme einer schieferigen Structur zu Dioritschiefer u. s. w.

Zwischen klastischen Gesteinen finden Uebergänge statt, wenn sich ihre eckigen Bestandtheile abrunden, wenn sich

die Größe ihrer zusammengekitteten Bruchstücke ändert, wenn das Bindemittel wächst, die Nebenbestandtheile zu Hauptbestandtheilen werden, wenn dichte Trümmergesteine in poröse und cavernöse übergehen u. s. w.

So z. B. werden aus Breccien Conglomerate, aus Conglomeraten Sandsteine und umgekehrt, aus Conglomeraten mit thonigkalkigem Bindemittel Kalkmergel mit einzelnen Rollstücken u. s. w.

Zwischen den krystallinischen und klastischen Gesteinen kommen ebenfalls einige Uebergänge vor: einige Eruptivgesteine gehen durch Tuffbildungen in klastische und letztere durch eine von anliegenden Eruptivgesteinen während ihres feuerflüssigen Zustandes verursachte Umwandlung in krystallinische über (z. B. Kreide in Contact mit Basalt wird in Marmor, Thonstein in Hornfels verwandelt u. s. w.).

Die Gesteinsübergänge zeigen hiernach eine große Mannigfaltigkeit und ihre genaue Bestimmung wird daher häufig mit Schwierigkeiten verknüpft sein. Wohl zu beachten ist der sich aus den Uebergängen ergebende, oft folgenschwere Umstand, daß sich in einem und demselben Steinbruche nicht immer eine vollkommen gleichartige Masse vorfindet, sondern daß vielmehr die aus dem gleichen Lager entstammenden Steine eine abweichende Zusammensetzung und daher auch eine verschiedene Festigkeit, Dauerhaftigkeit, Härte, Porosität, Farbe u. s. w. zeigen können.

Zweites Capitel.

Die natürlichen Gesteine, ihre chemisch-mineralogische Zusammensetzung, Härte und Festigkeit, ihre Fundstätten und ihre zweckmäßige Verwendung. *)

---

§ 9. Eintheilung der natürlichen Gesteine.

Nur die ihrer Verwendung nach wichtigeren natürlichen Gesteine sollen in den nachfolgenden Paragraphen ausführlich beschrieben werden; unerwähnt sollen daher alle diejenigen Gesteine bleiben, welche für den Architekten,

*) Benutzte Literatur: R. Gottgetreu, Physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien, Band I, 3. Auflage 1880, S. 14 bis 103. — H. Hauenschild, Katechismus der Baumaterialien, I. Theil, 1879, S. 68—143. — Handbuch der Architektur, I. Band, 1883, S. 68—89. — Deutsches Bauhandbuch, I. Band, 1879, S. 467—479. — H. Credner, Elemente der Geologie, 4. Auflage, 1878. — F. Naumann, Elemente der Mineralogie, 6. Auflage, 1864. — F. Rüdorff, Grundzüge der Mineralogie, 3. Auflage, 1880. — C. Baenitz, Lehrbuch der Chemie und Mineralogie, II. Theil, 2. Auflage, 1879. — H. v. Dechen, Die nutz=

Ingenieur, Bildhauer, Steinmetz u. s. w. ganz ohne Bedeutung sind, und alle Erdarten.

Wir haben bereits im § 2 eine Eintheilung der natürlichen Gesteine gegeben, glauben aber eine bessere Uebersicht schaffen zu können, wenn wir bei der Besprechung der Gesteine folgende Classification vornehmen:

I. Die versteinerungslosen Gesteine.

A. Die Massengesteine (massigen Silicatgesteine).

B. Die krystallinischen Schiefergesteine (schieferigen Silicatgesteine, metamorphischen Gesteine).

II. Die Versteinerungen führenden geschichteten Gesteine (Sedimentgesteine).

III. Die Conglomerate, Breccien und Tuffe.

IV. Die losen Gesteine (erratischen Blöcke, Gerölle und Geschiebe).

I. Die versteinerungslosen Gesteine.

A. Die Massengesteine (massigen Silicatgesteine).

Die Massengesteine sind aus feuerflüssigen, dem Erdkern entstammenden Gesteinsmassen entstanden, welche durch allmähliche Abkühlung erstarrten. Sie sind krystallinische Gebilde und

---

baren Mineralien und Gebirgsarten im Deutschen Reiche, 1873. — G. K. Strott, Die Baumaterialien, 1883. — Derselbe, Eigenschaften der Baumaterialien, 1878. — Karmarsch und Heeren's Technisches Wörterbuch, 3. Auflage. — E. Dietrich, Die Baumaterialien der Steinstraßen, 1885. — Dr. Böhme, Die Festigkeit der Baumaterialien, 1876. — Mittheilungen aus den königlichen technischen Versuchsanstalten zu Berlin, Jahrgang 1883 S. 136–148, 1884 S. 144–154, 1885 S. 34–42, 124–134. — Mehrere Aufsätze aus verschiedenen Zeitschriften.

bestehen meistens aus einem Gemenge verschiedener Mineralien, vorzugsweise aus Silicaten (Quarz, Feldspath, Nephelin, Leucit, Hornblende, Diallag, Serpentin, Glimmer, Chlorit, Talk), weswegen sie auch den Namen „massige Silicatgesteine“ führen. Sie besitzen meistens eine sehr große Härte und Festigkeit, sind ganz ohne Versteinerungen und ohne eigentliche Schichtung, und bilden fast immer Massen mit mehr oder weniger regelmäßiger, kubischer, säulen- oder plattenförmiger Absonderung.

Die Massengesteine werden von den Sedimentgesteinen überlagert; häufig und in manigfachster Weise haben sie aber diese letzteren im feuerflüssigen Zustande durchbrochen und sich über dieselben ergossen.

Bilden die Massengesteine Bestandtheile der ersten Rinde der Erde und sind sie ohne Mitwirkung eigentlicher Vulcane entstanden, so nennt man sie plutonische Gebilde. Man theilt diese ein in die älteren oder azoischen Massengesteine, zu denen der Granit, Syenit, Gabbro, Eklogit, Diorit, Diabas gehören, und in die jüngeren oder mesozoischen Massengesteine, zu welchen der Felsitporphyr, Melaphyr, Augitporphyr gerechnet werden.

Haben die Massengesteine jüngere, geschichtete, versteinerungsreiche Gesteinsmassen durchbrochen, so nennt man diese, unter Mitwirkung von Vulcanen entstandenen Eruptivsteine vulcanische. Zu ihnen gehören die Trachytgesteine, Dolerit, Basalt und die Laven. Die jüngsten Eruptivgesteine werden auch känozoische genannt.

§ 10. Der Granit.

Der Granit besteht aus einem fein- bis grobkörnigen Gemenge von krystallinischem Feldspath, Quarz und Glimmer. Er gehört zu den Eruptivgesteinen, welche in den verschiedenen Formationen andere Felsmassen durchbrochen haben. Feldspath und Quarz geben dem Granit die körnige Structur und eine meist röthliche oder graue Farbe, während der in geringerer Menge vorhandene, aus verschieden großen, dünnen, leicht spaltbaren, weißen, gelblichen, braunen oder schwarzen (bei verwitterten Graniten messinggelben), hellglänzenden Lamellen oder sechsseitigen Täfelchen bestehende Glimmer — entweder silberweißer Kaliglimmer oder brauner bis eisenschwarzer Magnesiaglimmer allein oder zusammen — regellos in die Masse hineingestreut erscheint. Durch diese ganz regellose Anordnung des Glimmers ist der Granit von dem zu den schieferigen Silicatgesteinen zählenden, aus denselben Mineralien zusammengesetzten Gneiß leicht zu unterscheiden. Beim Granit ist der Feldspath der vorherrschende Gemengtheil. Man findet ihn in diesem Gesteine als Orthoklas vor, der in krystallinisch-blätterigen Körnern, in einfachen oder in Zwillingskrystallen auftritt, eine grauweiße oder gelblichweiße, häufiger aber eine röthlichweiße oder auch fleischrothe Farbe besitzt und glasglänzend, aber undurchsichtig ist; daneben aber auch als Oligoklas (Plagioklas), welcher auf seinem Bruche eine charakteristische, parallele Zwillingsstreifung und ein matteres bis erdiges, weißliches oder graues bis grünliches, fettartig glänzendes Aussehen hat.

Die Granite mit kleinkörnigem Gefüge, die wegen ihrer größeren Dauerhaftigkeit, wegen ihrer Härte und ihrem meist schöneren Aussehen den grobkörnigen vorgezogen werden,

besitzen eine größere Menge Quarz. Dieses Mineral hat gewöhnlich eine rauchgraue, grauweiße oder auch milchweiße Farbe, besitzt einen muscheligen Bruch und tritt in unregelmäßigen, eckigen oder runden, fett- oder glasglänzenden, krystallinischen Körnern im Granit auf.

Außer diesen wesentlichen Gemengtheilen führt der Granit häufig in großer Zahl zufällige Bestandtheile von Granat, Turmalin, Beryll, Apatit, Flußspath, Magneteisenstein, Schwefelkies u. s. w.

Die chemische Zusammensetzung der Granite ergiebt sich nach H. Credner (a. a O. S. 62) im Mittel zu:

Kieselsäure 72, Thonerde 16, Eisenoxydulo̱xyd 1·5, Kalkerde 1·5, Magnesia 0·5, Kalium 6·5, Natrium 2·5.

Von den vielen, durch die Art und Weise ihrer Zusammensetzung und durch ihre Structur voneinander abweichenden Varietäten sind neben dem mittelfeinkörnigen Normalgranit, aus vorherrschend weißem Orthoklas, wenig Oligoklas, reichlichen Mengen Quarz und weißem und schwarzem Glimmer bestehend, hauptsächlich anzuführen:

1. Der Granitit mit vorwaltend rothem Orthoklas, größeren Mengen Oligoklas, wenig Quarz und geringeren Mengen von schwärzlich-grünem Magnesiaglimmer; er führt auch zuweilen Augit.

2. Der Alpengranit oder Protogingranit, zusammengesetzt aus glänzendem, grobkörnigem Orthoklas, mattem, grünlichem Oligoklas, sandkorngroßem, grauem Quarz, dunkelgrünen eisenoxydhaltigen Glimmertäfelchen und grünen, oft den Oligoklas imprägnirenden Talklamellen, hinneigend zur Schieferstructur und in Protogingneiß übergehend.

3. Der Muskovitgranit aus Feldspath, Quarz und Kaliglimmer.

4. Der Pegmatitgranit, eine großgrobkörnige Varietät des vorigen, aus großstückigem Orthoklas, weißem Quarz, großen Tafeln silberweißen Glimmers und häufig auch aus säulenförmigem Turmalin zusammengesetzt.

5. Der Granitello oder Halbgranit, ein feinkörniges, sandsteinähnliches, graues Gestein mit sehr geringen Mengen Glimmer, also hauptsächlich aus Feldspath und Quarz bestehend.

6. Der rothe orientalische Granit mit vorherrschend rothem Orthoklas und Hornblende neben den anderen wesentlichen Bestandtheilen des Granites.

7. Der Schriftgranit, aus großen Orthoklasindividuen und sehr wenig Glimmer bestehend und von stengeligen, parallelstehenden Quarzprismen so durchwachsen, daß auf den Bruchflächen senkrecht zu den Quarzprismen schriftähnliche Zeichnungen erscheinen.

Außer diesen Varietäten müssen noch erwähnt werden: der von einzelnen, gut ausgebildeten, großen, einfachen oder Zwillingskrystallen des Feldspath durchwachsene, eine porphyrartige Structur zeigende Granitporphyr (siehe auch § 16,2), der durch Aufnahme von Hornblende und allmähliche Abnahme des Glimmers in Syenit übergehende Syenit- oder Hornblendegranit, der durch Vermehrung des Glimmers und Abnahme des Feldspathes ein dem Gneiß ähnliches, schieferiges Gefüge erhaltende Gneißgranit u. s. w.

Der Granit ist ein in allen Welttheilen weit verbreitetes Gestein. Er kommt nicht nur in großen Bergmassen vor, welche sanft gewölbte, kugelförmige Kuppen oder auch durch Verwitterung entstandene eigenthümliche Felsformen (Zacken) zeigen, sondern er durchsetzt auch in mächtigen Gängen andere Felsmassen, namentlich krystallinische Schiefergesteine, und erscheint hier und da in plattenförmige Bänke abgesondert.

Sehr häufig zeigen sich die Granitberge mit einzelnen, wollsackähnlichen Blöcken oder grobkörnigem granitischem Grus dicht und oft meterhoch überdeckt. Diese rundlichen Felsblöcke sind aus groben Granitbruchstücken entstanden, deren scharfe Kanten und Ecken sich allmählich durch Verwitterung abrundeten. Vielfach bildet der Granit die Centralmasse der höchsten Gebirge unserer Erde, z. B. der Schweizer Alpen (Montblanc, Gotthard, Brenner u. s. w.), der Karpathen, der Pyrenäen, des Himalayagebirges, der höchsten Berge Süd- und Nordamerikas, Centralafrikas u. s. w.

Dauerhafte Granite werden gebrochen im badischen Schwarzwalde bei Kappel, Oberkirch, Gernsbach (grauer, schwarz-weiß-roth gesprenkelter Granit); im Odenwald bei Großsachsen, Niederhambach, Langenbrombach, Messel; in den Vogesen an der elsässisch-französischen Grenze; im Harz am Brocken, an der Roßtrappe, am Ziegenrücken; im Fichtelgebirge bei Weißenstadt, Luisenberg; im Böhmerwald, im Erzgebirge, im Riesengebirge (besonders rother Granitit), in den Sudeten u. s. w. Geschätzt sind die schlesischen Brüche bei Striegau, Strehlen und Fischbach, am Scheffel- oder Fürstenstein und bei Spremberg; die thüringischen Brüche bei Ilmenau, Ruhla, Brotterode, Zella und Suhl; die sächsischen Brüche bei Gersdorf und Kamenz, Bautzen und Bischofswerda, Großenhain, Meißen, Berbersdorf, Saupersdorf, Schneeberg-Neustädtel und Crimmitschau; die Brüche des bayerischen Waldes bei Wiesau, Pfreimo und Nabburg, Cham und Kothmaißling, Plattling, Vilshofen, Schärding, Neuhaus, Pramhof, Marienthal, Zwiesel, Bodenmais; die österreichischen Brüche zu Riedbach bei Schärding, Mauthausen, Hamberg und Eibenstein; die lombardischen Brüche bei Baveno (Granitit); die schwedisch-norwegischen Brüche bei Ramnäs und Ytterby (rother

Granit), Carlskrona, Bergabo, Christiania, die Brüche auf der Insel Bornholm u. s. w.

Bedeutende Steinbrüche für Granitschotter befinden sich bei Albersweiler in der Rheinpfalz und bei Hof-Redwitz im Fichtelgebirge.

Die Güte des Granites hängt ab:

1. Von der Korngröße; mittelfeinkörnige Granite werden mehr geschätzt als grobkörnige und feinkörnige, weil sie größere Festigkeit besitzen.

2. Von der chemisch-mineralogischen Beschaffenheit; quarzreichere Sorten vornehmlich mit weißem Orthoklas sind den glimmerreicheren vorzuziehen, weil sie dauerhafter sind; feldspathreichere Granitgesteine verwittern leichter.

3. Von der Schönheit der Farbe und der Farbenbeständigkeit; eine gelbliche, rostige Farbe des Glimmers deutet auf beginnende oder bereits vorhandene Verwitterung hin.

4. Von der Frostbeständigkeit; Granite mit Rissen, selbst wenn dieselben kaum sichtbar sind, widerstehen nicht dem Froste. Solche Granite, die z. B. durch Hebungen zerklüftet und zerrissen sind, saugen begierig Wasser auf, spalten widersinnig und erzeugen einen dumpfen Klang, wenn man gegen sie mit stumpfem Werzeug schlägt.

5. Von der Lage des Steinbruches; aus den äußeren Theilen der Brüche, „der Schwarte", werden häufig verwitterte („verfaulte"), in der Nähe von Verwerfungsklüften oft rissige, an der Grenze von anderen Felsmassen (z. B. von Gneiß und Granulit) nicht selten Granite mit schiefrigem Gefüge gewonnen (vgl. auch Band II „Prüfung der Gesteine").

Die Druckfestigkeit, durch welche auch die Güte eines Gesteins beurtheilt werden kann, ist beim Granit sehr verschieden, wie folgende Tabelle*) zeigt.

---

*) In dieser Tabelle und in allen folgenden, in denen die Festigkeiten der natürlichen Gesteine angegeben werden, bedeutet ⊥ senkrecht auf das Lager, || parallel zu demselben, + senkrecht zu den Lamellenkanten desselben und — keine Schichtung vorhanden, ferner † „auf einfache Weise geprüft".

Es sei gleich hier hervorgehoben, daß sich die theilweise nicht unbedeutenden Abweichungen der von verschiedenen Prüfungsstationen für ein Gestein aus einem und demselben Bruche gefundenen Festigkeitscoëfficienten einmal erklären aus der Verschiedenheit der Prüfungsmethoden und der hierbei benutzten Apparate und Maschinen, sodann aber auch aus der verschiedenen Größe und der Art der Probestücke (ob dieselben roh behauen oder sauber bearbeitet und geschliffen sind), ferner aus dem verschiedenen Feuchtigkeitsgehalte und endlich auch aus dem Umstande, daß die Probestücke entweder mehr von der Oberfläche oder mehr aus dem Innern der Steinbrüche entnommen. (Siehe Band II „Prüfung der natürlichen Gesteine".)

Ta-

Fundstätte	Specifisches Gewicht	Druckfestigkeit in Kilogramm pro 1 cm^2
		A. Preu-
Steinberg bei Neiße . .	—	lufttrocken 1025
Niklasdorf bei Strehlen .	2·7	„ 1160
Fischbach bei Liegnitz . .	—	„ 943—1009
Oberstreit bei Striegau .	2·6	„ 902
Kalthaus „ „ .	2·7	„ 1307
Groß-Rosen „ .	2·6	„ 1188
Jauer in Schlesien (brauner Granit)	—	„ 1175
Saupersdorf bei Hirschberg †	—	„ 764
Königshain am Scheffelstein bei Görlitz †	—	„ 1067
Gaumitz bei Nimptsch in Schlesien	—	„ 721
Reichenbach in der Oberlausitz	—	„ 934
Groß-Koschen in der Lausitz (untere Lage)	—	„ 1550
Adlersberg bei Wildemann im Harz	—	„ 1148
Plessenburg im Wernigeroder Forst † . . .	--	„ 1535
Wernigerode oberhalb Hasserode	—	„ 980
Wetter an der Ruhr . .	—	„ 735
		B. Königreich
Schneeberg	—	lufttrocken 711—963
Berbersdorf	—	„ 1122
„ (rother Granit)	—	„ 1339
Cölln a./E. „ „	2·577	{ „ 1679 wassersatt 1547 }

belle I.

Größe der Probekörper in Centimeter	Wasseraufnahme (W) in 125 Stunden in Procenten; Härtegrad (H)	Untersuchung ausgeführt
ßen.		
6×6×6	—	Kgl. Prüfungsstation Berlin
"	—	"
"	—	"
"	—	"
"	—	"
"	—	"
"	—	"
"	—	"
"	—	"
5×5×5	—	"
6·5×6·5×6·5	—	"
6×6×6	—	"
5×5×5	—	"
6×6×6	—	"
"	—	"
"	—	"
Sachsen.		
6×6×6	—	Kgl. Prüfungsstation Berlin
"	—	"
"	—	K. Baugewerkschule Dresden
"	W=0·58 H=7—8	Kgl. Prüfungsstation Berlin

Fundstätte	Specifisches Gewicht	Druckfestigkeit in Kilogramm pro 1 cm^2
Grimma bei Leipzig . .	—	lufttrocken 1600
Crimmitschau	—	„ 726
Schönborn bei Dresden .	—	„ 660
Schreiersgrün bei Lengefeld (weißer Granit) . . .	—	„ 458
Meißen (rother Granit) †	—	„ 1455
		C. Großherzog-
Hambach bei Heppenheim an der Bergstraße . .	2·55	lufttrocken 1992
		D. Königreich
Reuth im Fichtelgebirge (schwarz-weißer, dunkler Granit)	—	⊥ 910
Bärenfang ebendaselbst .	—	884
Luisenberg „ (hellfarb. feinkörniger G.)	—	⊥ 1090 ‖ 1070
Waldstein bei Weißenstadt im Fichtelgebirge (hellfarbiger, grobkörnig. G.)	2·69	⊥ 1550 ‖ 1610
Schneeberg bei Weißenstadt (weißgrauer Granit) .	2·604	{ lufttrocken 1451 / wassersatt 1508 }
Kornbach bei Weißenstadt (blauer Granit) . . .	2·769	{ lufttrocken 1621 / wassersatt 1572 }
Selb in Ober-Franken (grobkörniger, grauer G.)	2·56	⊥ 795 ‖ 824
Gefrees bei Berneck in Ob.-Franken (grauer, feinkörniger, glimmerreicher Granit)	—	⊥ 1760 ‖ 1740
Kirchenlamitz in Ob.-Frank. (gelber, grobkörniger G.)	—	⊥ 836 bis 1290

Größe der Probekörper in Centimeter	Wasseraufnahme (W) in 125 Stunden in Procenten; Härtegrad (H)	Untersuchung ausgeführt
6×6×6	—	Kgl. Prüfungsstation Berlin
"	—	"
"	—	"
14×14×8	—	"
6×6×6	—	"
thum Hessen.		
5×5×5	—	Königl. technische Hochschule zu München
Bayern.		
6×6×6	—	Königl. technische Hochschule zu München
"	—	Kgl. Prüfungsstation Berlin
"	—	Königl. technische Hochschule zu München
"	—	"
"	W = 0·54 H = 8	Kgl. Prüfungsstation Berlin
"	W = 0·55 H = 8	"
"	—	Königl. technische Hochschule zu München
"	—	"
"	—	"

Fundstätte	Specifisches Gewicht	Druckfestigkeit in Kilogramm pro 1 cm^2
Wunsiedel (desgleichen) .	—	⊥ 1070 ‖ 1150
Tauchersdorf b. Nabburg	2·78	1720
Zeinried bei Nabburg . .	2·78	1736
Karberg „ „ . .	—	1736
Häuslberg „ . .	—	1875
Blauer, feinkörniger Granit von Nabburg	—	1290—1490
Hauzenberg i. Niederbayern	2·68	⊥ 900 bis 1030 ‖ 1020
Blauberg bei Cham (grauer Granit)	2·61	1607
Desgl. (blauer Granit) .	2·61	1467
Vilshofen bei Passau . .	—	⊥ 2210 ‖ 2040 nach 25mal. Gefrieren: 2210
Fürstenstein „ „ . .	—	⊥ 1860 bis 2060 ‖ 1520 „ 1900 nach 25mal. Gefrieren: 1089 bis 2050
Metten „ „ . .	2·66	⊥ 1350 bis 1530 ‖ 1330 „ 1520 nach 25mal. Gefrieren: 1510 bis 1525
Schärding „ „ . .	—	⊥ 1770 ‖ 1690
		E. Elsaß-
Vogesen (grauer Gr.) † .	2·66	820
„ (grüner „) † .	2·85	620
		F. Bel-
Poulseur bei Lüttich . .	—	lufttrocken 619
		G. Frank-
Bretagne †	—	lufttrocken 654
Normandie †	—	„ 702

Größe der Probekörper in Centimeter	Wasseraufnahme (W) in 125 Stunden in Procenten; Härtegrad (H)	Untersuchung ausgeführt
6×6×6	—	Königl. technische Hochschule zu München
"	—	Königl. technische Hochschule zu Stuttgart
"	—	"
"	—	"
"	—	Königl. technische Hochschule zu München
"	—	"
"	—	"
"	—	"
"	—	"
"	—	"
"	—	"
5×5×5	—	"
5×5×5	—	"
Lothringen.		
5×5×5	—	Rondelet
"	—	"
gien.		
6×6×6	—	Kgl. Prüfungsstation Berlin
reich.		
5×5×5	—	Rondelet
"	—	"

Fundstätte	Specifisches Gewicht	Druckfestigkeit in Kilogramm pro 1 cm^2
		H. Oesterreich-
Pregartner Brüche in Ob.-Oesterreich	—	994
Mauthausen bei Linz (hellfarbiger Granit) † . .	2·53	650 bis 1038
Neuhaus †	—	476—654 (1160 n. d. ung. Bauztg.)
Einsiedel in Böhmen . .	—	884
Worlik a. d. Moldau b. Prag	—	1023
Lucsivna in Ungarn . .	—	1223
		I. Schott-
Schottischer Granit aus verschiedenen Brüchen .	—	868 bis 1356
		K. Schweden
Carlskrona in Schweden †	—	1517
Uddevalla „ „	—	731
Malmön „ „	3·011—3·018	lufttr. 1408 bis 1441; wassers. 1404 „ 1407
Halmstadt am Kattegat in Schweden	2·63	lufttr. 1524 wassers. 1401
Hunnebostrand, Buhäslän in Schweden	—	1279
Mannewik in Schweden .	—	1265
Fredrichshall am Idefjord	2·63	lufttr. 1236 wassers. 1231
Christiania in Norwegen	2·707	lufttr. 1021 wassers. 983
Wilhelmsberg am Drammensfjord bei Drammen in Norwegen	2·719	lufttr. 1238 wassers. 1212
		L.
St. Gotthard-Tunnel (1·5 m vom Nordportal; grobkörnig. u. sehr harter Gr.)	—	⊥ 790 ‖ 890
Desgleichen (200 m vom Nordportal; streifiger u. sehr harter Granit) . .	—	⊥ 1100 ‖ 930

Größe der Probekörper in Centimeter	Wasseraufnahme (W) in 125 Stunden in Procenten; Härtegrad (H)	Untersuchung ausgeführt
Ungarn.		
6×6×6	—	Kgl. Prüfungsstation Berlin
?	—	Rebhann
?	—	R. Gunesch
6×6×6	—	Kgl. Prüfungsstation Berlin
"	W = 0·42	"
"	—	R. Gunesch
land.		
6×6×6	—	Kgl. Prüfungsstation Berlin
und Norwegen.		
6×6×6	—	Kgl. Prüfungsstation Berlin
"	—	"
"	W = 0·7 W = 0·81	"
"	H = 6 — 7	"
"	—	"
"	—	"
"	W = 0·86 H = 7	"
"	W = 1·2	"
"	W = 0·7	"
Schweiz.		
6×6×6	—	Königl. technische Hochschule zu München
"	—	"

Hiernach schwankt die Druckfestigkeit des Granits zwischen 460 und 2200 *kg* pro 1 cm^2.

Die Zugfestigkeit beträgt nach Bauschinger beim mittelfeinkörnigen Hauzenberger Granit ∥ 44·5 und ⊥ 32·5 *kg*, beim St. Gotthard-Granit ∥ 27 bis 38 und ⊥ 22 *kg*, beim Fürstensteiner ∥ 22 und ⊥ 19 *kg* und kann durchschnittlich zu 30 *kg* pro 1 cm^2 angenommen werden.

Die Schubfestigkeit ist nach Bauschinger beim Granit von Selb ∥ 45 *kg* und ⊥ 37 *kg*, von Hauzenberg ⊥ 40 bis 93 *kg*, ∥ 61 *kg* und + 65 *kg*, vom Gotthardtunnel ∥ 42 bis 48 *kg*, ⊥ 120 *kg* und + 94 *kg*, vom Fürstenstein ⊥ 82 *kg*., von Gefrees ⊥ 34 *kg*, ∥ 76 und + 38 *kg*, von Kirchenlamitz ⊥ 32, ∥ 28 *kg* und von Wunsiedel ⊥ 67, = 100 *kg* — und kann im Mittel zu etwa 62 *kg* pro 1 cm^2 angenommen werden.

Die Biegungsfestigkeit beträgt nach demselben Autor beim Granit von Hauzenberg ⊥ 210, ∥ 149 und + 185 *kg*, vom Gotthardtunnel ⊥ 132, ∥ 92 und + 141 bis 195 *kg*, vom Fürstenstein ⊥ 92 und + 100 *kg*, von Gefrees + 76 *kg* und kann im Durchschnitt zu etwa 120 *kg* pro 1 cm^2 angesetzt werden.

Die Porosität, von welcher nicht nur das Gewicht und die Ventilationsfähigkeit, sondern auch die Dauerhaftigkeit der Gesteine abhängt, ist beim Granit eine geringe: der Porositätscoëfficient beträgt nach Lang beim feinkörnigen Granit im Mittel etwa 0·61%, beim grobkörnigen etwa 0·45% (beim belgischen Granit nur 0·05%). Granit dehnt sich bei 1° C. Temperaturerhöhung um circa 0·000026 eines Volumens aus.

Das specifische Gewicht schwankt zwischen 2·56 und 3·02, die Härte zwischen 6 bis 7 und 8.

Die Dauerhaftigkeit ist, falls der Granit aus gesunden Steinbrüchen stammt, eine außerordentlich hohe.

Granit läßt sich, wenn auch nur schwer, poliren.

Der Granit ist unbestreitbar der vornehmste Baustein für die Monumentalarchitektur. Er wird im Hochbau benutzt zur Herstellung von Fundamenten, Sockelplatten, Mauern, Pfeilern und Säulen, Gesimsen, Wandverkleidungen, Fenster- und Thürgewänden, Treppenstufen, Schwellen u. s. w.; im Wasserbau zu Brücken (z. B. Waterloobrücke in London, Newabrücke in St. Petersburg, Alcantarabrücke in Spanien, vor mehr als 1800 Jahren erbaut u. s. w.), zu Ufermauern, zu Ufermauer- und Deichabdeckungen, zu Wasserbassins, Wasserrinnen, Brunnenschalen u. s. w.; im Tiefbau zu Pflasterungen und Trottoirplatten (Pflaster von Berlin, Breslau, München, Stettin [aus Findlingen], Wien, Warschau aus norwegischem Granit, London u. s. w.) zu Beschotterungen, Radabweisern Meilensteinen, Bordschwellen u. s. w. Ferner findet der Granit im Festungsbau und in der Bildhauerei vortheilhafteste Verwendung. In Rußland stellt man aus ihm auch Mühlsteine her.

Von hervorragenden Bauwerken aus Granit sind zu nennen:

a) Aus dem Alterthume:

Obelisk in Luxor, 50 *m* hoch, aus einem einzigen Granitblock, jetzt aufgestellt auf dem Place de la Concorde in Paris;

Pompejus-Säule, 20·5 *m* hoch, unten 2·7 *m* im Durchmesser, 283.000 *kg* wiegend.

b) Aus dem Mittelalter:

Granitportale und einige Granitsäulen der Dome und einiger Paläste zu Mailand und Pavia (aus Baveno-Granit).

c) Aus der Neuzeit:

in Berlin die Granitvase vor dem neuen Museum, aus einem Findling von den Rauen'schen Bergen bei Fürstenwalde,

6·6 *m* Durchmesser, 75.000 *kg* Gewicht; die Friedenssäule auf dem Belleallianceplatz, 7·5 *m* hoch, 1·2 *m* Durchmesser, aus einem in der Mark Brandenburg gefundenen Block; am Rathhaus (Granit von Schmölln);

in München am Polytechnikum;

in London gewaltige Quaimauern und die Waterloobridge;

in St. Petersburg die 52 Säulen der Kasan'schen Muttergotteskirche, je 8·5 *m* hoch und mit einem unteren Durchmesser von 1 *m*; der gewaltige Block unter der Bildsäule Peter des Großen, aus feinkörnigem, ingermanländischem Granit, 12·5 *m* lang, 10·8 *m* breit, 6·3 *m* hoch und 2·75 Millionen Kilogramm wiegend;

in Wien das Postament der Kaiser Josef- und Franz-Monumente; der Sockel des Maria Theresia-Denkmals (röthlichgrauer Mauthausener Granit); der Albrechtsbrunnen; der Brunnen auf der Freiung; der Raphael Donner-Brunnen am Neuen Markte; am Reichsrathsgebäude, Justizpalast (Baveno-Granit), Palais Sacher u. s. w.

---

§ 11. Der Syenit.

Der Syenit führt seinen Namen von der Stadt Syena, dem heutigen Essen oder Assuan in der Landschaft Thebais, von welcher ihn die alten Aegypter zu ihren Kunstbauten (Obelisken, Pyramiden u. s. w.) bezogen. Er besteht aus einem krystallinisch mittel- bis grobkörnigem Gemenge von meist röthlichem, braunrothem oder graurothem, selten weißem Orthoklas, welcher die körnige Grundmasse bildet, und schwärzlich-grünen bis schwarzen, kurzen, faserigen Hornblendesäulen, die regellos eingebettet sind. Außer diesen

beiden Mineralien führt der Syenit auch hin und wieder Plagioklas, an der Zwillingsstreifung auf seinen Spaltungsflächen erkennbar, Quarz und Glimmer (schwarzgrünen Magnesiaglimmer).

Die chemische Zusammensetzung ist nach H. Credner im Mittel folgende: Kieselsäure 58·37, Thonerde 19·21, Eisenoxydul 8·27, Kalkerde 5·66, Magnesia 2·91, Kali 3·2, Natron 2·42, dazu ein geringer Gehalt an Wasser.

Der Syenit führt als zufällige Bestandtheile u. A. Schwefelkies, Magneteisen, gelben und braunen Titanit, Pistacit, Elaeolit und Zirkon.

Von seinen Varietäten sind besonders aufzuführen: der Zirkonsyenit mit schillerndem Orthoklas, geringer Menge Hornblende, reichlicher Menge säulenförmiger Zirkonkrystalle und Elaeolit oder Nephelin, und der Monzonit, aus hellem Orthoklas, Plagioklas, Biotit und entweder aus großen Mengen Hornblende oder Augit bestehend. Besitzt der Syenit statt der Hornblende Plagioklas und grünen Magnesiaglimmer, so nennt man ihn Glimmersyenit, zeigt er eine faserige oder schieferige Structur, so heißt er Syenitgneiß oder Syenitschiefer. Syenit bildet häufig Uebergänge in andere Gesteine, z. B. durch Aufnahme von Quarz in Syenitgranit oder Hornblendegranit, durch Annahme eines porphyrartigen Gefüges, indem größere Orthoklaskrystalle aus der Syenitmasse hervortreten, in Syenitporphyr u. s. w.

Aehnlich dem Granit, nur nicht so weit verbreitet wie dieser, tritt der Syenit als massiges Gestein in den ältesten Formationen und nicht nur in Bergmassen auf, sondern auch seine Nachbargesteine gang- oder stockförmig durchsetzend. Syenit selbst ist häufig von Granitgängen durchzogen und umschlossen von Gneiß, Glimmerschiefer Thonschiefer, krystallinischem Kalkgestein u. s. w.

Bedeutendere Fundorte des Syenit sind: Reichenbach und Weidenthal an der Bergstraße, Auerbach und Weinheim im Odenwald, Steile Stiege im Harz, Ilmenau, Zella, Mehlis, Schmiedefeld und Ehrenberg im Thüringerwald (Syenitporphyr), der Plauensche Grund bei Dresden, Straßbessenbach und Dörrmorsbach bei Aschaffenburg, Wölßau bei Redwitz im Fichtelgebirge, Meißen und Zschopau im Erzgebirge (Gänge von dichtem Syenit), Schönberg bei Passau, Wiesau in der bayerischen Oberpfalz, Bayerisch-böhmisches Grenzgebirge (Syenit mit Parallelstructur), Blansko in Mähren, im Banat von Dognatzka und Orawitza, Predazzo in Tirol (Monzonit), Giromagny in den Vogesen, Uddevalla in Schweden (Zirkonsyenit), Christiania in Norwegen, ferner Finnland, Schottland, Irland, Canada, New-Jersey u. s. w.

Als Baumaterial ist der Syenit dem Granit mindestens gleichzustellen; er übertrifft letzteren — durchschnittlich — an Festigkeit, Dauerhaftigkeit, Farbenschönheit (Syenit ist meistens roth und grün, auch schwarzgrün und grau gefärbt) und an Politurglanz. Wegen des fehlenden Quarzes ist er im Allgemeinen weicher als Granit, doch giebt es auch Fundstätten, aus denen äußerst harte Syenite gewonnen werden (siehe z. B. Nr. 1 der nachfolgenden Tabelle). Besitzt der Syenit eine Streckung, d. h. stehen die Achsen der Hornblendesäulen parallel, so leidet darunter seine Bearbeitungsfähigkeit. Zeigen die Orthoklaskrystalle eine parallele Lagerung, so läßt sich das Gestein in Platten abbauen.

Die Druckfestigkeit des Syenit ist meistens eine sehr hohe, wie Tabelle auf S. 61 zeigt.

Die Schubfestigkeit kann durchschnittlich zu 165 *kg* pro 1 cm^2 und der Porenraum im Mittel zu 1·3% angenommen

Tabelle II.

Fundstätte	Specifisches Gewicht	Druckfestigkeit in Kilogramm pro 1 cm^2	Größe der Probekörper in Centimeter	Wasseraufnahme (W) in 125 Stunden in Procenten, Härtegrad (H)	Untersuchung ausgeführt
Wölßau im Fichtelgebirge	3·059	lufttr. 1545 wasserf. 1561	$6 \times 6 \times 6$	W = 0·47 H = 8	Kgl. Prüfungsstation Berlin
Beilstein bei Herborn . .	2·94	lufttr. 773 wasserf. 791	"	W = 0·50	"
Wiesau in der Oberpfalz	—	1610 und 1720	"	—	Kgl. technische Hochschule zu München
Straßbessenbach bei Aschaffenburg	—	1610 und 1880	"	—	"
Auerbach und Weinheim an der hessisch-badischen Grenze	—	im Mittel 1480	"	—	"
Thumsenreuth	—	910	"	—	Kgl. Prüfungsstation Berlin
Wildemann im Harz † .	—	1283	"	—	"

angenommen werden. Das specifische Gewicht schwankt zwischen 2·5 und 3·06, die Härte zwischen 7 und 8.

Der Syenit wird wegen seiner hohen Politurfähigkeit und wegen seiner lebhaften Färbung besonders gern zu Sockeln für Monumente und zu Grabdenkmälern und wegen seiner großen Dauerhaftigkeit und Druckfestigkeit zu Straßenpflasterungen und Chaussirungen sowie zu Brückenpfeilern verwendet.

Als bekanntere Bauwerke aus Syenit sind hervorzuheben:

a) Aus dem Alterthume:

ein großer Theil der aus einem einzigen Block gefertigten Spitzsäulen, der Obelisken, und einige der riesigen, spitzzulaufenden, vierseitigen Grabmonumente der altägyptischen Könige, der Pyramiden.

b) Aus dem Mittelalter:

eine mächtige Säule im Heidelberger Schloß und eine zweite bei Auerbach.

c) Aus der Neuzeit:

das aus rothem Syenit bestehende Straßenpflaster in Dresden; der Aufbau des Maria Theresia-Denkmals in Wien (grauer, rothgesprenkelter Pilsener Syenit).

---

§ 12. Der Gabbro.

Unter Gabbro (auch Urgrünstein, Zobtenfels, Verde di Corsica genannt) versteht man ein granitartig körniges, regellos verwachsenes, krystallinisches Gemenge von weißlichgrauem, etwas bläulichem, auf den größeren Körnern deutlich die Zwillingsstreifung zeigendem Labrador oder von mattgrünem, auch grauweißem, dichtem, feinkörnigem, feldspathartigem Saussurit mit grauem bis schmutzig-olivgrünem,

auch bräunlichem, auf seinen Spaltungsflächen Perlmutterglanz zeigendem, meist großblätterigem Diallag (Diallag-Gabbro) oder mit grasgrünem, perlmutterglänzendem Smaragdit (Smaragdit-Gabbro).

Enthält der Gabbro Labrador, so zeigt er ein grobkörniges Gefüge, bei Anwesenheit von Saussurit ein feinkörniges. Treten die Diallagblätter in Lagen zwischen dem Labrador auf, so ist die Structur schieferig-faserig, sonst regellos körnig. Meist vorherrschend ist der Feldspathbestandtheil.

Die chemische Zusammensetzung eines normalen Gabbrogesteins (aus dem Radauthale im Harz) ist nach H. Credner: Kieselsäure 53·65, Thonerde 20·77, Eisenoxyd 0·98, Eisenoxydul 7·61, Kalk 9·16, Magnesia 1.57, Kali 1·61, Natron 3·3, und es zeigte sich bei der Analyse ein Glühverlust von 1·33.

Häufig führt der Gabbro große Mengen von Olivin in schmutzig-dunkelgrünen Körnern (Olivingabbro), auch findet man in ihm dunkle Hornblende, welche die oft 10 bis 15 *cm* langen Diallagblätter umsäumen, ferner Talk, Glimmer, Granat, Magnetkies, Magneteisen, Schwefelkies u. s. w. Nicht selten bildet auch der Serpentin im Gabbro Knoten und Adern.

Der Gabbro bildet Lager, mächtige Stöcke und Gänge im Granit, Gneiß und Glimmerschiefer, auch in der Grauwacke und im Thonschiefer und kommt selbst (z. B. in Oberitalien) zwischen tertiären Schichten vor. Gabbro ist meistens ein massiges, polyedrisch abgesondertes Gestein, das gefunden wird: im Radauthale und bei Oderkrug im Harz, am Zobtenberge, bei Neurode, Ebersdorf und Frankenstein in Schlesien, bei Volpersdorf in der Grafschaft Glatz, bei Roßwein, Penig und Siebenlehn in Sachsen, bei Dillenburg und Herborn in Nassau, bei

Komorau, Kupferberg, Ronsperg in Böhmen, bei Langenlois in Niederösterreich, bei Dobschau in Ungarn, in Graubünden, am Monte Rosa, im Saaserthal, bei Martinsbruck, bei Odern in den Vogesen, zwischen Genua und Savona, bei Florenz, Prato und Livorno, auf Corsica (St. Pietro de Rostino), auf Cypern (Famagusta), auf Elba, bei Bergen in Norwegen u. s. w.

Der Gabbro zeichnet sich aus durch eine hohe Politurfähigkeit, schöne Farbenwirkung (meist grün und weiß gefärbt), große Dauerhaftigkeit und Härte. Die Dauerhaftigkeit vermindert sich freilich im Freien, und sind es besonders labradorreiche Gabbrogesteine, welche der Feuchtigkeit weniger gut widerstehen.

Seine Druckfestigkeit ist aus folgender Tabelle ersichtlich.

Tabelle III.

Fundstätte	Specifisches Gewicht	Druckfestigkeit in Kilogramm pro 1 cm^2	Größe der Probekörper in Centimeter	Wasseraufnahme (W) in 125 St. in Procenten, Härtegrad (H)	Untersuchung ausgeführt
Radauthal i. Harz	3·028	1813	6×6×6	W=0·7 H=7–8	K. Prüfungsstation in Berlin
Harzburg „ „	2·95	lufttr. 1031 wasserf. 1079	„	W=0·6 H=6–7	„
Wernigerode „	2 7	690	„	—	„

Das specifische Gewicht kann im Mittel zu 2·9, die Härte durchschnittlich zu 7 angenommen werden.

Das Gestein wird vorzugsweise zu Ornamenten, Wandbelagplatten (Laurentinische Capelle zu Florenz mit Gabbromosaik), Tischplatten, kleinen Säulen, auch zu Mühlsteinen, Straßenpflasterungen und Chaussirungen und endlich —

in der Nähe seiner Fundstätten — zu Quaderbausteinen verarbeitet.

In der Kunstgeschichte ist er unter dem Namen Verde di Corsica bekannt.

---

§ 13. Der Eklogit.

Der Eklogit (Omphacitfels, Smaragditfels) besteht aus einem grob- bis feinkörnigen Gemenge von grasgrünem auch grauem Smaragdit mit rothem, porphyrisch eingebettetem Granat (Amaldingranat) und häufig himmelblauen bis dunkelblauen Cyanitsäulen.

Dieses durch Farbenschönheit ausgezeichnete und eine vorzügliche Politur — wenn auch schwer — annehmende Gestein kommt selten und nur in geringer Ausdehnung vor. Es bildet stockartige Einlagerungen im Gneiß, Glimmer- und Dioritschiefer, meist mit Serpentin zusammen.

Als Fundstätten sind zu nennen: Weißenstein, Eppenreuth und Döhlau bei Hof im Fichtelgebirge, Saualpe in Kärnten, Bacheralpe in Steiermark, Kampthal in Niederösterreich u. s. w.

Eklogit läßt sich seiner großen Zähigkeit wegen schwer sprengen und behauen und wird vorzugsweise zu kleineren Bildhauerarbeiten verwendet.

---

§ 14. Diorit und Diabas (Grünsteine).

Die Gesteine Diorit und Diabas nannte man früher ihrer vorherrschend grünen Farbe wegen Grünsteine.

Der **Diorit** oder **Hornblendegrünstein** besteht aus einem fein- bis grobkörnigen, krystallinischen Gemenge von schwärzlich-grüner bis grünlich-schwarzer, auf den Spaltungsflächen stark glasglänzender, körniger oder kurzsäulenförmiger, auch fein-nadelförmiger Hornblende und weißem, gelblichem oder grünlichem, glänzendem oder mattem, auf seinen Spaltungsflächen die Zwillingsstreifung zeigendem Plagioklas (Oligoklas und Labrador). Die Hornblende ist der vorherrschende Bestandtheil und tritt manchmal in so großen Mengen auf, daß der Plagioklas in ihr nur einzelne Körner bildet. Ihr verdankt das Gestein seine dunkle, schwarzgrüne Farbe und einen bemerkbaren Glanz auf den Bruchflächen.

Zuweilen enthält der Diorit Quarz, der eine weiß-graue Farbe und Fettglanz zeigt und meistens grobkörnig ist (Quarzdiorit), und Augit, der in hellrothen Körnern auftritt. Als accessorische Bestandtheile findet man in ihm fast immer Schwefelkies, der nicht selten die Verwitterung des Diorit herbeiführt, indem er sich zu Eisenvitriol zersetzt, ferner Chlorit — besonders in einigen hornblendearmen Gesteinen, braunen oder schwarzen Glimmer (Glimmerdiorit), Apatit, Titanit, Magneteisen, Granat u. s. w.

Die mittlere chemische Zusammensetzung des Diorit ergiebt sich nach H. Credner zu: Kieselsäure 51, Thonerde 18·5, Eisenoxydul 11, Kalkerde 7·5, Magnesia 6, Kali 2·5, Natron 3, außerdem Spuren von Manganoxydul und ein geringer Gehalt an Wasser.

Je nach dem Gefüge unterscheidet man den Diorit-Aphanit oder dichten Grünstein, ein sehr feinkörniges bis kryptokrystallinisches Gestein, dessen einzelne Gemengtheile mit bloßem Auge nicht mehr zu unterscheiden sind; den feinkörnigen, durch Ausscheidung von Hornblende und Feldspathkrystallen eine Porphyrstructur annehmenden Dioritporphyr

(vorzugsweise Glimmerdiorit); den fein- bis grobkörnigen Normaldiorit und den durch parallele Lagerung der Hornblendesäulen eine unvollkommen schieferige Structur erhaltenden Dioritschiefer (Varietät des Dioritaphanit).

Beim Diorit finden häufig zwischen seinen Varietäten, aber auch zwischen ihm und anderen Gesteinen Uebergänge statt; körniger Diorit wird allmählich Dioritschiefer und Aphanit durch Ausscheidung größerer Krystalle Dioritporphyr u. s. w., hornblendereicher Diorit geht durch allmähliche Abnahme des Feldspath in Hornblendegestein, Dioritschiefer in Hornblendeschiefer oder Amphibolschiefer über u. s. w.

Der Diorit ist ein meistens unregelmäßig zerklüftetes, seltener in Säulen oder Kegeln abgesondertes Gestein, das keine große Verbreitung hat. Er findet sich in Geschieben und Rollstücken, bildet gang- und stockartige Lager, ist häufig der Begleiter von Erzlagern und kommt hauptsächlich im Gebiete des krystallinischen Schiefergebirges vor, aber auch im Gneiß (Böhmerwald, Schwarzwald), im Syenit (Odenwald), in der Grauwacke (Mähren), im Kalkstein (Böhmen und Schlesien) u. s. w.

Bedeutendere Fundstätten sind: die Roßtrappe, die Ortschaft Hohne, die Rothenburg beim Kyffhäuser, Welsleben und Hackerode im Harz, der Ochsenkopf im Fichtelgebirge, Ruhla, Ilmenau, Liebenstein, Brotterode, Spießberg im Thüringerwald, Teschen in Schlesien, Haiger bei Gießen, Wissenbach in Nassau, Niederohmen in Oberhessen, St. Wendel und Boppard in der Rheinprovinz, Rammelsbach und Cusel in der Rheinpfalz, der Roßkopf im Schwarzwald, Schweinheim im Spessart, Fuchsköpfle, Buchenbach im Höllenthal, Albersbach bei Neustadt in Baden, Aschaffenburg, Teschen in Oesterreich-Schlesien, Schloß Neidenstein in Kärnten, Klausen in

Südtirol, Fonday in den Vogesen, Olonne in der Vendée, die Vorberge der Pyrenäen, St. Beat in Schottland, Norwegen und Schweden, Rußland (Uralgebirge), Syene in Aegypten, Corsica, Japan u. s. w. Die großartigsten Quarz-Dioritbrüche liegen in Quenast bei Brüssel, welche jährlich etwa 25,000.000 Pflastersteine, 90.000 m^3 Schotter, 60.000 m^3 Bettungsmaterial und Kies liefern und 2200 Arbeiter beschäftigen.

Der Diorit läßt sich wegen seiner großen Zähigkeit sehr schwer sprengen und bearbeiten. Er nimmt eine sehr schöne und auch haltbare Politur an, deren Herstellung aber viel Mühe verursacht. Das Gestein widersteht den Witterungseinflüssen ganz ausgezeichnet, sofern es nicht größere Mengen Schwefelkies enthält.

Seine Festigkeit gegen Druck ist durchschnittlich eine sehr hohe, wie nachfolgende Tabelle zeigt. Der Porositätscoëfficient beträgt nach Hauenschild für den Diorit aus dem Fichtelgebirge etwa 0·25. Das specifische Gewicht kann im Mittel zu 2·8, die Härte durchschnittlich zu 5·5 angenommen werden.

Der Diorit liefert wegen seiner hohen Druckfestigkeit und unverwüstlichen Dauer ein vorzügliches Material für Straßenpflasterungen und Schotterbahnen, das dem Granit gleichkommt, ja ihn theilweise sogar an Güte überragt. Der Diorit wird aber auch zu Quadersteinen, Säulen und Grabmonumenten, der schieferige, leichter zu bearbeitende im Wasserbau und zu Tischplatten verwendet, dagegen eignet sich letzterer zu Pflasterungen weniger. Der auf Corsica (bei Sartene) gewonnene Kugeldiorit (Corsit), eine schöne Varietät mit sphärolitischer Structur, wird in Italien — zu Platten zerschnitten — als Decorationsstein verwendet.

Tabelle IV.

Fundstätte	Druckfestigkeit in Kilogramm pro 1 cm^2	Größe der Probeköper in Centimeter	Untersuchung ausgeführt
Niederohmen in Oberhessen (grobkörniger Diorit)	1524	6 × 6 × 6	Königl. Prüfungsstation Berlin
Rosenberg bei St. Wendel (Regierungsbezirk Trier)	1122	7 × 7 × 7	"
Steinberg, ebendaselbst	975	"	"
Heidenburg in der Rheinpfalz . .	819	"	"
Ehweiler in der Rheinpfalz . .	733	"	"
Rammelsbach, Pfeffelbach und Cusel in der Rheinpfalz . . .	1120 bis 1570	—	Kgl. techn. Hochschule zu München
Schweinheim im Spessart . . .	2000	6 × 6 × 6	Königl. Prüfungsstation Berlin
Umgebung von Freiburg in Baden	1860 bis 2650	—	Kgl. techn. Hochschule zu München
Erratische Blöcke vom Ochsenkopf	1900	—	Königl. Prüfungsstation Berlin

Die alten Aegypter fertigten aus Diorit ihre Isis- und Osirisstatuen. Berühmt ist die aus Diorit bestehende Kolossalstatue des ägyptischen Königs Schafra (2500? vor Christo). Aus dem Alterthume stammt auch eine schöne Dioritsäule, an welcher der Sage nach Christus gegeißelt wurde; sie befindet sich jetzt in der Kirche S. Prassede in Rom.

Der **Diabas** oder **Augitgrünstein** stellt ein krystallinisch-körniges Gemenge von deutlich spaltbarem, weißem, grünlich-weißem oder grauem, tafelförmigem, dunkelgrünem oder gelblichem, auch bräunlichem oder schwarzem, matt fettglänzendem, mehr oder weniger zersetztem und mit unregelmäßigen Sprüngen durchzogenem Augit und feinschuppigem oder faserigem, lauchgrünem Chlorit dar.

Das Gestein hat eine grüne oder graugrüne Farbe und häufiger ein feinkörniges Gefüge als ein grobkörniges. Es enthält oft lange, farblose Apatit-Krystallnadeln und einige, in kleinen Körnchen eingesprengte Kiese, ferner in größeren Mengen kohlensauren Kalk, welcher aus der Zersetzung des Feldspaths entsteht. Quarz findet sich zwar nur in einigen Diabasgesteinen als wesentlicher Gemengtheil (Quarzdiabas), erscheint aber im Diabas als Ausfüllung von Hohlräumen, in kleinen Nestern und Trümmern. Als accessorische Bestandtheile sind noch zu nennen: Olivin (Olivin-Diabas), Braunspath, Magnesiaglimmer, Titan- und Magneteisen, Eisenglanz, Analcim u. s. w.

Der normale körnige Diabas hat nach H. Credner folgende chemische Zusammensetzung: Kieselsäure 47·56, Thonerde 16·34, Eisenoxyduloxyd 12·54, Kalk 11·22, Magnesia 6·47, Kali 0·91, Natron 3·10, Wasser 1·80.

Der Diabas ist vom Diorit schwer zu unterscheiden; einige Unterscheidungsmerkmale sind: matteres, lichteres Aussehen, größeres specifisches Gewicht, lebhaftes Aufbrausen

mit Säuren besonders im Zustande der Zersetzung, Fehlen des Schwefelkies.

Die durch ihr Gefüge voneinander abweichenden Arten sind:

1. Körniger Diabas mit deutlich erkennbaren Gemengtheilen.

2. Diabasaphanit, welcher eine kryptokrystallinische Ausbildung zeigt, sehr chloritreich ist und meist graugrün oder schmutziggrün aussieht.

3. Diabasporphyr, feinkörnig bis dicht, durch Hervortreten von großen, vornehmlich weißen, aber auch hellgrünen Labradorkrystallen (Labradorporphyr, Porfido verde antico) oder durch ausgeschiedene Augitkrystalle (Augitporphyr) eine porphyrische Structur zeigend.

4. Diabasschiefer oder Grünsteinschiefer, ein feinkörniges bis dichtes, sehr chloritreiches Gestein mit mehr oder minder vollkommener Schieferstructur.

5. Diabasmandelstein (Grünsteinmandelstein, Blatterstein) mit Mandelsteinstructur, dessen Blasenräume mit rundlichen, meist hirsekorn- bis erbsengroßen Kalkspathkörnern ausgefüllt sind. Manchmal sind diese Mandelsteine schieferig angeordnet, in welchem Falle das Gestein Kalk-Diabasschiefer oder Kalk-Aphanitschiefer genannt wird.

Auch zwischen diesen Varietäten finden wie beim Diorit mannigfache Uebergänge statt; so z. B. treten körnige Arten häufig in Verbindung mit aphanitischen auf.

Der Diabas bildet Stöcke, Lager und Gänge zwischen Thonschiefergesteinen, Grauwacke, Kalksteinen und Kieselschiefer; er wird gefunden: im Harz im Mühlen-, Bode-, Selkethal, Rübeland, bei Andreasberg und Goslar, ferner im Thüringerwald bei Friedrichroda, im Fichtelgebirge bei Berneck, in Nassau bei Dillenburg (Diabasmandelstein), in West-

falen, im sächsischen Voigtlande, bei Senftenberg in der Lausitz und Kamenz in Sachsen, in der Umgegend von Hof in Bayern (Diabasmandelstein), bei Kupferberg in Schlesien (schieferiger Diabas), in Böhmen bei Prag und Přibram, in den Vogesen bei Giromagny, im Silurbecken von Christiania, in England bei Devonshire, in Nordamerika u. s. w.

Der in der Kunstgeschichte unter dem Namen Porfido verde antico bekannte, im Alterthume und Mittelalter vielfach zu Bildsäulen und Ornamenten verarbeitete Diabas ist ein im südlichen Griechenland vorkommender Diabasporphyr. Aus ihm sind z. B. einige Säulen in S. Marco in Venedig und 24 Säulen in der Kirche S. Giovanni im Lateran hergestellt.

Die Verwendung des Diabas ist die gleiche wie die des Diorit, nur ist noch zu bemerken, daß der Diabas oft schwer Politur annimmt und häufig in zersetztem Zustande vorkommt. Diabas dessen Feldspathbestandtheile in Zersetzung übergegangen sind, ist für Straßenpflasterungen und Chaussirungen nicht geeignet.

Die Druckfestigkeit des Diabas von Kamenz in Sachsen beträgt für lufttrockene Probekörper (von $5 \times 5 \times 5\ cm$) $1762\,kg$, die des Wernigeroder Diabas $1116\,kg$ pro $1\,cm^2$ (nach Untersuchungen der königlichen Prüfungsstation zu Berlin).

---

§ 15. Der Serpentinfels (Schlangenstein).

Der Serpentin, ist ein dichtes feinkörniges, auch faseriges oder blätteriges, meist dunkelgrünes oder grünlich-gelbes, seltener bräunliches oder röthliches, schlangenförmig geflecktes, geflammtes und geadertes Gestein mit 42·97 Magnesia,

44·14 Kieselsäure, 12·89 Wasser (anstatt Magnesia auch etwas Eisenoxydul). Der Bruch ist flachmuschelig, uneben splitterig, an den Kanten durchscheinend bis undurchsichtig. Die polirten Flächen glänzen fettartig und fühlen sich wenig fettig an. Im reinsten Zustande besteht das Gestein, das wahrscheinlich durch Umwandlung aus Gabbro entstanden ist, allein aus dem Mineral Serpentin (siehe § 4); gewöhnlich enthält es jedoch noch Olivin, Bronzit, Magneteisen, Chromeisen, auch Hornblende, Glimmer, Granat, Quarz, Chlorit u. s. w. und ist von Asbestadern durchzogen. Man unterscheidet:

a) den edlen Serpentin, welcher hellgrün, auch gelb, glattbrüchig, kantendurchscheinend und mit Kalkstein verwachsen ist. Varietäten desselben sind der plattenförmige, härtere Pikrolit und der eisen- und nickelhaltige Williamsit;

b) den gemeinen Serpentin, der dunkelgefärbt, splitterig-brüchig, undurchsichtig ist;

c) den Ophicalcit, welcher grün und weiß durchflochten erscheint und mit körnigem Kalk verwachsen ist.

Die Kunstgeschichte nennt noch folgende Varietäten:
Nero di Prato, schwarzgrün, weiß und roth geadert,
Verde di Prato, grün, schwarz und roth gefleckt,
Verde di Susa, grün und weiß geadert.

Der Serpentin ist meistens ein ungeschichtetes Massengestein, tritt aber auch hin und wieder in dünnen Platten oder dickeren Bänken, sehr selten jedoch schieferig auf. Er bildet namentlich im krystallinischen Schiefergebirge (zwischen Talk-, Chlorit- und Glimmerschiefer, Gneiß und Granulit) mächtige Lager und Gänge, durchsetzt aber auch stockartig benachbarte Gesteinsmassen und kommt — wiewohl seltener — als abgerundeter, isolirt stehender Berg, Hügel, Rücken oder Kamm vor.

Der edle Serpentin wird in besonders schöner Qualität in Snarum in Norwegen und in Miask und Katharinenburg im Uralgebirge gewonnen, der gemeine Serpentin zwischen Einsiedel und Marienbad, bei Tachau und Kupferberg in Böhmen, bei Zöblitz (Serpentinsteingewinnung und Verarbeitung nachweislich seit dem Jahre 1546), Waldheim und Penig in Sachsen, bei Reichenstein, Frankenstein und am Zobtenberge in Schlesien, bei Erbendorf und und Wernberg in der Oberpfalz, bei Lettowitz in Mähren, in Ungarn, bei Salzburg im Tauerngebirge, bei Kraubat in Steiermark, in Tirol, Graubünden, Tessin und Wallis, bei Piemont, Parma, Toscana, Prato, Aosta, Susa, auf Corsica und Elba, bei Balloch in Schottland, in Schweden, in den Pyrenäen u. s. w.

Der Serpentin ist sehr feuer- und wetterfest. Frischgebrochen ist er so weich, daß er sich mit Messer und Säge leicht schneiden und auf der Drehbank ohne Schwierigkeiten bearbeiten läßt. Mit wachsendem Alter nimmt sein hoher Wassergehalt (12·89%) ab und es wächst seine Härte und hiermit natürlich auch die Schwierigkeit seiner Bearbeitung.

Wegen seiner Farbenschönheit und großen Politurfähigkeit wird der edle Serpentin zu Ziergeräthen und als Decorationsstein, der gemeine zu Leuchtern, Schalen, Vasen, Dosen, Reibschalen, ferner zu Sockeln, Säulen (Ecksäulen des Maria-Theresia-Denkmals in Wien aus grünem Tiroler Serpentin), Statuen, Kamineinfassungen, Gesimsen, Tisch- und Fußbodenplatten, Wandbekleidungen (Dresdener Hoftheater und einige Kirchen in Florenz), und wegen seiner Feuerfestigkeit zu Schmelztiegeln und kleinen Schmelzöfen, zu Wärmsteinen, Herd- und Brandmauern, zu Hochofen-Gestellsteinen u. s. w., auch zu Quadersteinen (z. B. in Chiavenna), verwendet und endlich zur Erzeugung von Bittersalz im Großen benutzt.

Die Druckfestigkeit des Serpentin fand Winkler zu durchschnittlich 840 kg pro 1 cm^2 Fläche, den Porositätscoëfficient Lang zu 0·56, die Härte des frischgebrochenen Gesteins Gottgetreu zu 2·5. Das specifische Gewicht schwankt zwischen 2·56 und 2·894.

---

§ 16. Die Porphyrgesteine.

Porphyre nennt man Eruptivgesteine mit dichter oder auch feinkörnig-krystallinischer Grundmasse, in welcher deutliche Krystallkörner oder krystallinische Partien verschiedener Feldspathgesteine, Quarz, Glimmer, Hornblende, Augit u. s. w. als regelmäßige Bestandtheile ausgeschieden erscheinen.

Man unterscheidet zwischen quarzführenden und quarzfreien Porphyren.

Zu den **quarzführenden,** meistens röthlich gefärbten gehören:

1. Felsitporphyr (Quarzporphyr).

Die Grundmasse desselben besteht aus einem sehr innigen, dichten Gemenge von Feldspath und zarten Quarzkörnchen, die Einsprengung vorwiegend aus großen Orthoklaskrystallen, Quarz, Glimmer oder Sanidin. Die Grundmasse (Felsit genannt) hat gewöhnlich eine röthlichbraune, seltener eine gelbliche, graue, grünliche oder bläuliche Farbe und zeigt in dem Mengenverhältniß ihrer Bestandtheile und in ihrem Gefüge eine große Mannigfaltigkeit. Sie ist dicht, sehr hart, splitterig, oder feinkörnig, zähe und weich, ferner matt, rauh, locker, weniger fest und leicht zersprengbar, oder auch erdig u. s. w. und zeigt zuweilen eine lagenförmige, schieferige oder gebänderte Structur (schieferiger Porphyr) oder eine drusenförmige (Mühlsteinporphyr) oder eine schalige, kugelige, sphärolitische (Kugelporphyr) u. s. w.

Die eingesprengten, von der Grundmasse entweder sichtbar getrennten oder mit ihr inniger verwachsenen, säulen- oder tafelförmigen Orthoklaskrystalle haben eine Länge von einigen Millimetern bis zu 2 *cm*, sind farblos bis fleischroth und zeigen auf den glatten Spaltungsflächen einen starken Perlmutterglanz. Der Oligoklas tritt im Felsitporphyr nur in kleineren, meistens weißen Krystallen auf, zeigt im frischen Zustande auf seinen Spaltungsflächen die Zwillingsstreifung, verwittert leicht und wird dann matt, weich und von kaolinartigem Aussehen. Der Quarz, welcher in grauweißen bis dunkelgrauen, hirsekorn- bis erbsengroßen durchsichtigen Körnern oder auch in gut ausgebildeten Krystallen eingesprengt erscheint, hat einen glänzenden, muscheligen Bruch und besitzt häufig Glaseinschlüsse. Die seltener im Felsitporphyr sich vorfindenden Glimmerblättchen haben meistens eine tombackbraune bis schwarze, seltener eine gelbe oder grüne Farbe.

Als Mittel der chemischen Zusammensetzung der Felsitporphyre giebt H. Credner an: Kieselsäure 74, Thonerde 12 bis 14, Eisenoxyduloxyd 2 bis 3, Kalk 1·5, Magnesia 0·5, Alkalien, unter denen Kali vorwiegend ist, 7 bis 9.

Sehr verschieden ist das Verhältniß zwischen der Menge der Grundmasse und der der Einschlüsse. In einigen Felsitporphyren überwiegt die Grundmasse bedeutend und es erscheinen in ihr nur einzelne krystallinische Einsprenglinge, in anderen findet das umgekehrte Verhältniß statt, wieder in anderen sind Grundmasse und Einschlüsse in nahezu gleichen Mengen vorhanden u. s. w.

Je nach den Bestandtheilen und dem Gefüge der Grundmasse unterscheidet man: *)

*) Diese Unterscheidungen in Hornsteinporphyr, Felsitporphyr, Thonporphyr — nach der splitterigen, dichten oder erdig erscheinenden

a) Den Hornsteinporphyr, dessen Grundmasse aus größeren Mengen Orthoklaskrystallen besteht und reichlich glasige Theile enthält. Das Gestein erscheint vollkommen dicht, ist sehr spröde und äußerst hart und giebt am Stahl Funken. Sein Bruch ist splitterig-muschelig. Hornsteinporphyr besitzt eine sehr große Wetterfestigkeit und Tragfähigkeit, nimmt eine vorzügliche Politur an, läßt sich jedoch nur schwer bearbeiten.

b) Den eigentlichen Felsitporphyr oder Feldsteinporphyr, dessen Grundmasse aus größeren Mengen Orthoklaskrystallen mit wenig Quarzkörnern besteht, deutlich krystallinisch-feinkörnig, sehr zähe und hart ist und einen matten, unebenen Bruch zeigt. Dieser Felsitporphyr ist gut zu poliren, dauerhaft und tragfähig und leichter als die vorige Varietät zu bearbeiten.

c) Den Thonsteinporphyr, in welchem die Grundmasse durch beginnende Verwitterung bereits Veränderungen erlitten hat. Das Gestein ist mit dem Messer zu ritzen und giebt am Stahl keine Funken. Es bildet den Uebergang zur folgenden Art.

d) Den Thonporphyr, dessen Grundmasse durch Verwitterung des Feldspathes matt, rauh, locker, weich (mit dem Messer leicht zu ritzen), schmelzbar und nahezu erdig ist. Der Thonporphyr hat keine große Tragfähigkeit und kann nicht mehr polirt werden. Beim Anhauchen riecht er stark nach Thon.

Im Felsitporphyr finden sich häufig in kleineren oder größeren Hohlräumen (in Adern, Nestern, Spalten) Mineralien in Form von Krystallen, Mandeln und Schnüren, besonders Kalkspath, Flußspath, Quarz, Achat, Amethyst, Chalcedon u. s. w., als zufällige Gemengtheile auch Schwefelkies und Chlorit, ferner Nester von Manganerz, Rotheisen-

Grundmasse — werden in neuerer Zeit von einigen Mineralogen für unhaltbar erklärt.

stein, Graphit, endlich Körner und Flitter von Eisenoxyd, welche die Grundmasse durchsetzen und ihr die vorherrschend röthliche Farbe verleihen.

Der Felsitporphyr kommt vor in mächtigen Gängen und Lagern, in großen Bergmassen und Kuppen und in gewaltigen Decken im Rothliegenden, im Buntsandstein und im Zechstein. Als bedeutendere Fundorte sind anzuführen: der Thüringerwald (von Etterwinden bei Ruhla bis Suhl und Schleusingen), der Harz (Auerberg bei Nordhausen, Ravenskopf, Kupferhütte), der Schwarzwald (Sinzheim nahe Rastatt, Baden-Baden, Staufen in der Nähe von Freiburg), der Odenwald (Weinheim, Dossenheim und Ziegelhausen bei Heidelberg), das rheinische Schiefergebirge, die Vogesen, das Riesengebirge, das böhmische und sächsische Erzgebirge, Ungarn, Siebenbürgen, der Ural, das Altaigebirge u. s. w. Besonders hervorzuheben sind: Waldenburg, Goldberg und Schönau in Schlesien, Oschatz, Altenberg, Meißen, Freiberg, Dohna bei Mügeln, Tharandt, im Königreich Sachsen (schieferiger Porphyr), Altenburg, Haida und Lüptitz bei Wurzen, Domnitz bei Halle, Alvensleben bei Neuhaldensleben in Sachsen, Rothenburg a. d. Ruhr und Birkenfeld in der Rheinprovinz, Teplitz in Böhmen, Kollmann und Meran in Tirol, Christiania in Norwegen (Porphyr mit brauner Grundmasse und rothen Feldspathkrystallen), Schweden (dunkler Porphyr, „Hälleflinta“ genannt).

Der Felsitporphyr bildet den Uebergang einerseits in Granit, andererseits in Pechsteinporphyr.

2. Granitporphyr.

Seine Grundmasse ist feinkörnig und meistens von grünlicher Farbe; sie besteht aus Feldspath, Quarz, Glimmer,

Hornblende und Chlorit; die porphyrischen Ausscheidungen besitzen zahlreiche, oft mehrere Centimeter große, starkglänzende, röthliche Orthoklaszwillinge, in geringerer Menge kleinere, matte, gelbe oder grüne Oligoklaskrystalle, erbsengroße, graue Quarzkörner und braune Glimmerblättchen. Der Granitporphyr enthält zuweilen Schwefelkies und Granat, mikroskopisch auch Magneteisen und Apatit.

Granitporphyr findet man in: Liebenstein im Thüringerwald (sogenannter Syenitgranitporphyr mit deutlich hervortretenden schwarzen Hornblendesäulen), bei Altenberg und Graupen im Erzgebirge, bei Freiberg, Brandis, Beucha und Wurzen in Sachsen (Granitporphyr mit Granat), bei Schmiedeberg, ferner in Böhmen, Ungarn, Siebenbürgen u. s. w.

Zu den **quarzfreien**, meistens bräunlich bis schwärzlich, aber auch röthlich, selbst schmutzigblau gefärbten, weniger verbreiteten Porphyren gehören:

1. Porphyrit.

Seine braune, braunrothe, dunkelgraue oder bläulichbraune, dicht erscheinende Grundmasse besteht aus Plagioklas und Hornblende oder Glimmer, seine porphyrischen Ausscheidungen werden aus weißen, gelblich-weißen, auch röthlichen Orthoklaskrystallen (dem Syenit sich anschließender Orthoklasporphyr) oder aus Oligoklaskrystallen (dem quarzfreien Diorit sich anschließender, fast nur Oligoklaskrystalle besitzender Oligoklasporphyr) oder aus dunkler Hornblende (Hornblendeporphyr mit Oligoklas- und Hornblendekrystallen) oder braunem bis schwarzem Glimmer (Glimmerporphyr) gebildet.

Zu dem Porphyrit gehört der im Alterthume zu zahlreichen Kunstgegenständen und Monumentalbauten benutzte kostbare Porfido rosso antico vom Dschebel Dokhan in Aegypten*), welcher eine hell- bis dunkelrothe Grundmasse und Einschüsse von kleinen, weißen bis rosenrothen Oligoklaskrystallen, dunkelgefärbten Hornblendenadeln und Eisenglimmerschüppchen enthält. Als bekanntere aus ihm hergestellte Kunstwerke sind zu nennen: der Obelisk Sixtus V. zu Rom, einige Säulen von S. Marco in Venedig und die Säulen der Kirchen S. Maria maggiore und S. Ambrogio zu Mailand.

Der Porphyrit bildet mächtige Gänge, Stöcke und Lager, namentlich im Gebiete des Granit und Syenit und wird gefunden u. A. im Thüringerwald, im Harz (Ilfeld und Elbingerode), in Sachsen (Wilsdruff bei Dresden, Triebischthal bei Meißen), in Böhmen (Hohenelbe), in Tirol (Trostburg), im Elsaß (Schirmeck in den Vogesen), in Schweden und Norwegen und in Aegypten.

2. Minette (Glimmersyenitporphyr, Glimmertrapp).

Eine glimmerreiche Varietät des quarzfreien Orthoklasporphyrs mit einer grauen oder bräunlichen Grundmasse aus Orthoklas, dunklem, groß- oder kleinblätterigem Glimmer (hie und da auch aus zersetzter Hornblende und Oligoklas) und mit Einsprengungen von größeren Orthoklaskörnern und Glimmertafeln.

Die Minette tritt gangartig im Granit, Gneiß u. s. w. auf und kommt vor: in der Umgebung von Prag, in den

*) Der Fundort des Porfido rosso antico war verloren gegangen. Im Jahre 1823 fanden ihn Burton und Wilkinson wieder am Dschebel Dokhan in Aegypten (siehe Hauenschild, Katechismus der Baumaterialien, I, S. 84).

Vogesen, im Schwarzwald, im Odenwald, im Canton Wallis u. s. w.

Die meisten Porphyrgesteine widerstehen den Witterungseinflüssen sehr gut, besitzen eine hohe Festigkeit, nehmen eine ausgezeichnete Politur an und haben eine sehr wirkungsvolle Farbe und einen schönen Glanz, jedoch sind sie ihrer großen Härte wegen schwer zu bearbeiten.

Die Druckfestigkeit des Porphyrs ist eine sehr schwankende, wie die auf S. 82 folgende Tabelle zeigt.

Den Porositätscoëfficienten fand Lang im Mittel zu 0·29 (?), für Uebergangsporphyre zu 2·75. Das specifische Gewicht des Porphyrs schwankt zwischen 2·4 und 2·793.

Schön gefärbte, rothe, grüne, graue und schwarze Porphyrsteine wurden bereits im Alterthume viel zu Säulen, Monumentsockeln, Grabdenkmälern und Prachtbauten verwendet. Außer dem bereits oben hervorgehobenen Porfido rosso antico werden besonders noch der Porfido nero antico, Porfido verde antico und Porfido mordiglione in der Kunstgeschichte genannt.

In unserer Zeit verarbeitet man Porphyre frisch gebrochen zu Quadersteinen für die Monumentalarchitektur, zu Tischplatten, Pflastersteinen u. s. w. Für Pflasterungen eignen sich am besten die harten und zugleich quarzreichen Sorten; die quarzarmen werden leichter glatt.

Porphyrgesteine mit zersetzten Bestandtheilen, mit Poren und ungleichmäßigem Korn sind für ornamentale Zwecke nicht geeignet, weil sie nur eine ganz geringe Dauerhaftigkeit besitzen.

In Tirol benutzt man den dort gewonnenen Porphyrschiefer zu Dacheindeckungen. In Schweden fertigt man aus

Tabelle V.

Fundstätte	Specifisches Gewicht	Druckfestigkeit in Kilogramm pro 1 cm^2	Größe der Probekörper in Centimeter	Wasseraufnahme in 125 Stunden in Procent	Untersuchung ausgeführt
Hornsteinporphyr vom Bruch Krausers Stein †	—	691	10×10×10	—	Kgl. Prüfungsstation Berlin
Felsitporphyr von Dornreichenbach in Sachsen,	2·4	1383	6×6×6	—	"
Labradorporphyr von Elbingerode im Harz †	—	1302 bis 1970	"	—	"
Goslar im Harz . . .	—	1035	"	—	"
Messinghausen i. Westfalen	—	923	"	—	"
Dossenheim im Odenwald (bläulicher Porphyr) .	2·491	lufttrocken 2167 *) wassersatt 2077	"	W = 1·3	"
Desgl. (röthl. Porphyr)	2·506	l=2105 w=2049	"	"	"
Ziegelhausen bei Heidelberg	—	roth 1700 grau 2300	—	—	Kgl. techn. Hochschule zu München
Normberg bei Singheim im Schwarzwald (bläulich)	2·662	l=1507, w=1507 (n. Bauschinger 1520)	6×6×6	W = 0·6	Kgl. Prüfungsstation Berlin
Desgl. (röthl. Porphyr)	2·673	l=1665 w=1627	"	W = 0·65	"
Tuffartiger Porphyr vom Mühlsteinbruch † . .	—	343	10×10×10	—	"
Krystallinischer Porphyr a. d. Umgegend v. Erfurt	—	635	"	—	"
Porphyr m. Quarzdrusen von ebendaher † . .	—	620	"	—	"
Krakau in Galizien . .	—	1200	6×6×6	W = 0·4	"

*) Nach Bauschinger nur 1560 *kg*.

der Hälleflinta Vasen, Schalen, Briefbeschwerer, Petschafte u. s. w.*)

Der Melaphyr (schwarzer Porphyr).

Der Melaphyr ist ein feinkörniges bis dichtes, häufig mandelsteinartiges, aber auch porphyrisches Eruptivgestein, welches aus einem grünlich-braunen bis schwarzen, unebenen, schwach muschelig brechenden Gemenge von zwillingsstreifigem Plagioklas (zuweilen auch Orthoklas), ferner von zersetztem oder unzersetztem Olivin, von schwarzen, undurchsichtigen Magneteisenkörnern (selten fehlend), von Augit und farblosen Apatitnadeln besteht. Als zufällige Bestandtheile des Melaphyrs sind zu nennen: Schwefelkies, Eisenglanz, Kupfer, Silber u. s. w. Der Melaphyr ist oftmals verwittert und zeigt dann eine erdige Structur und eine grüne, bei weiterer Zersetzung gelblichgrüne bis ockerbraune Farbe. Angewitterter Melaphyr riecht nach Thon, braust mit Säuren auf, ist schmelzbar und läßt sich mit dem Messer ritzen.

Die Ilfelder, schlesischen und thüringischen Melaphyre haben nach H. Credner im Mittel folgende chemische Zusammensetzung: Kieselsäure 56·80, Thonerde 17·81, Eisenoxydul 6·60, Kalkerde 7·01, Magnesia 3·01, Kali 2·12, Natron 2·59, Wasser 1·92, Kohlensäure, Phosphorsäure und Titansäure 1·00

Varietäten des Melaphyr sind:

1. Der Melaphyrporphyr mit feinkörniger bis dichter, röthlich-grauer, brauner, schwärzlich-brauner oder auch grüner Grundmasse, in der sich Feldspath- oder Glimmer-, auch Hornblende- und Augit-Krystalle befinden.

---

*) Berühmte Porphyrschleifereien befinden sich u. A. in Elfdalen in Schweden, in Koliwemsk und Jekaterinburg am Ural und in Kolywan am Altai.

2. Der Melaphyrmandelstein mit Mandelsteinstructur. Seine mehr oder weniger zersetzte, grünlich-schwarze, röthlich-braune oder bläulich-schwarze Grundmasse enthält Blasenräume mit birn- oder kugelförmigen, auch stangenförmigen, hirsekorn- bis kopfgroßen Mandeln aus Kalk- und Braunspath, Chalcedon, Quarz (Bergkrystall), Jaspis, Amethyst, Achat, Silber und Kupfer, und größere, nach Innen offene Höhlungen, welche theilweise mit Kalkspath, Quarz u. s. w. angefüllt sind.

3. Die zersetzte Melaphyrwacke.

Der Melaphyr kommt in mächtigen Lagern, Gängen, Stöcken, Decken und Kuppen mit platten- oder bankförmigen, auch säulen- oder kugelförmigen Absonderungen in den Formationen der Steinkohle, des Rothliegenden und des unteren Zechstein vor und wird gefunden am Südfuße des Riesengebirges, bei Landeshut, Löwenberg und Rothwaltersdorf in Schlesien, bei Ilmenau und Friedrichroda im Thüringerwald, bei Ilfeld und Stolberg am Harz, bei Oberstein am Hunsrück (Melaphyr mit Achatmandeln; berühmte Achatschleifereien), bei Wilsdruff und Planitz in Sachsen, bei Semil und Turnau in Böhmen (Melaphyr mit Achatmandeln; berühmte Achatschleifereien), ferner im Odenwalde bei Darmstadt, in der Nahegegend bei Baumholder und Kirn, bei Ramersbach und Altenglan in der bayerischen Pfalz, in den Vogesen, in Frankreich bei Grenoble, in Südtirol, in England (Trapstone oder Greenrock genannt), in Norwegen bei Christiania, in Nordamerika u. s. w.

Der Melaphyr hat keine große Wetterfestigkeit und kann daher zu Mauerwerk nicht ohne Bedenken verwendet werden. Aus dem unverwitterten Melaphyr stellt man Straßenpflasterungen und Schotterbahnen her; das Gestein wird durch den Straßenverkehr weniger glatt als der ihm ähnliche Basalt. Melaphyr wurde früher in Paris viel zu Pflasterungen

benutzt; in neuerer Zeit ist man hiervon wieder abgegangen, nachdem auch die in Berlin und München ausgeführten Probepflasterungen nicht den Erwartungen entsprochen.

Zersetzter Melaphyr liefert einen fruchtbaren Ackerboden. Ueber die Druckfestigkeit des Melaphyr giebt folgende Tabelle Aufschluß.

Tabelle VI.

Fundstätte	Specifisches Gewicht	Druckfestigkeit in Kilogramm pro 1 cm^2	Größe der Probekörper in Centimeter	Untersuchung ausgeführt
Nahegegend (Kirn) †	—	708	6×6×6	Kgl. Prüfungsstation Berlin
„ Haubenfels †	—	1362	8×8×8	„
Nahegegend (Lemberg) †	—	963	6×6×6	„
Rheinpfalz . . .	—	1350 - 1760	„	Kgl. techn. Hochschule zu München

Das specifische Gewicht des Melaphyr schwankt zwischen 2·5 und 2·8.

§ 17. Die Trachytgesteine.

Die mineralogische Zusammensetzung des eigentlichen Trachyts ist analog der des Syenits und des quarzfreien Porphyrs. Die Grundmasse hat eine weißgraue, aschgraue, ins Röthliche, Bräunliche, auch ins Schwarze gehende Farbe, ist krystallinisch-feinkörnig, porös oder blasig, auch dicht, fühlt sich meistens rauh und scharf an und zeigt einen grobsplitterigen,

unebenen, zuweilen ins Zerreibliche, Erdige übergehenden Bruch. Die Grundmasse besteht aus kleinen, tafel- oder säulenförmigen, rissigen, manchmal parallel angeordneten, fremdartige Einschüsse (Glas, Hornblende, Magneteisen u. s. w.) besitzenden, stark glasglänzenden Sanidinkrystallen, ferner aus sehr winzigen, meistzahlreicheren, buntfarbig gestreiften Plagioklas- (Oligoklas-) Krystallen, aus sehr feinen Hornblendenadeln und sehr kleinen Magneteisentheilchen, und enthält porphyrisch ausgeschieden deutlich sichtbare Krystalle von Sanidin und Plagioklas, auch solche von schwarzen oder braunen Glimmerblättchen und schwarzen Hornblendesäulen.

Aus der Grundmasse einiger Trachyte treten auch in geringer Zahl Augitkrystalle (Augittrachyte) und winzige Apatitnadeln hervor. Als zufällige Bestandtheile des Trachyts sind zu nennen: Titanit, Magneteisen, Sodalith und auch Granat.

Mittlere chemische Zusammensetzung nach Credner (Elemente der Geologie, 1878, S. 74): Kieselsäure 62 bis 64, Thonerde 16 bis 19, Eisenoxyd und Eisenoxydul 6, Kalk 1·8 bis 2·5, Magnesia 0·8, Kali 3·60 bis 5·35, Natron 4·5, Wasser 0·5 bis 1·0.

Fehlt die Hornblende oder kommt sie nur in ganz geringer Menge im Trachyt vor, so nennt man das Gestein Trachytporphyr. Man unterscheidet quarzführenden Trachytporphyr mit Krystallen von Sanidin, Glimmer und wasserhellem bis rauchgrauem Quarz und quarzfreien mit Krystallen und Körnern von Feldspath und Glimmer.

Der Trachyt gehört zu den Eruptivgesteinen und wird daher in der Nähe von Vulcanen angetroffen, wo er kuppel- oder domförmige, isolirt stehende Bergmassen oder Gänge, Ströme und Decken bildet.

Fundorte: Das Siebengebirge (Drachenfels, Lohrberg, Kühlenbrunnen, Schallenberg), Der Westerwald (Umgegend von Selters, im sogenannten Eichholz, in dem Vielbacher Koppel und Helferskirchen, bei Sohndorf nahe Gießen), die Rhön (Alsberg), die Eifel (Kelberg), die Vogesen, Central-Frankreich (Puy de Dome), Südalpen, Ungarn (Szobb, Bogdany), Siebenbürgen (Karpathen), Umgebung von Neapel (Mt. Olibano, Astroni), Island, Griechische und Kanarische Inseln u. s. w.

Frischer plagioklasarmer, feinkörnig ausgebildeter Trachyt liefert ein vorzügliches Baumaterial, das sich mit Mörtel gut verbinden und leicht bearbeiten läßt. Zu Quadern, Plinthen u. s. w. sind ganz besonders der Wolkenburger-, Berkumer- und Stenzelberger Trachyt geeignet*), weil sie sich gut bearbeiten lassen, sehr fest und wetterbeständig sind.

Für Straßenpflasterungen ist von allen Trachyten der Stenzelberger erfahrungsgemäß der vortheilhafteste. Trachytpflaster ist seiner Rauheit wegen, namentlich für steilere Straßen und für Straßen mit mäßigem, nicht zu schwerem und schnellem Verkehr empfehlenswerth.

Weiche zerreibliche, erdige Trachyte (sogenannte Domite) und solche mit Feldspathkrystallen (Sanidin- oder Plagioklas-Lamellen) von mehreren Centimeter Größe verwittern leicht und sind als Bausteine werthlos.

Man verarbeitet den aus guten, gesunden Steinbrüchen entstammenden Trachyt zu Treppenstufen, Fensterbänken, ver-

*) Die chemische Zusammensetzung des Stenzelberger (Wolkenburger) Trachyt ist folgende: Kieselsäure 62·38 (59·22), Thonerde 16·88 (13·59), Eisenoxyd 7·33 (5·55), Manganoxyd nur Spuren (4·03), Kalkerde 3·49 (5·13), Magnesia 0·82 (1·66), Kali 2·94 (4·64), Natron 4·42 (5·31), Glühverlust 0·87 (1·25). (Siehe E. Dietrich, Die Baumaterialien der Steinstraßen, S. 93).

schiedenen Ornamenten, Säulen, Pflastersteinen (Pester Straßenpflaster mit Trachytsteinen aus den Szobber und Bogdanyer Brüchen), Quadersteinen (Kölner Dom, anfangs aus leicht verwitterndem, aus Drachenfels im Siebengebirge stammendem Trachyt mit großen Feldspathkrystallen, später mit ausgesuchten, frischen Trachytgesteinen erbaut, welche aus demselben Bruch und aus Berkum bei Godesberg bezogen wurden und kleine Feldspathkrystalle besaßen). Aus den weicheren Sorten stellt man Gewölbesteine her.

Die Druckfestigkeit dieses Gesteines ist aus der auf nächster Seite folgenden Tabelle ersichtlich.

Das specifische Gewicht schwankt zwischen 2·2 und 2·6. Die Härte ist = 6.

Der eigentliche Trachyt bildet durch Annahme einer dichten Structur und Zunahme von Zeolithen den Uebergang in Phonolith, durch Verglasung in Obsidian und Bimsstein, durch Entglasung in Perlstein.

Der Phonolith (Klingstein).

Die Grundmasse des Phonolith hat eine dunkelgrünlichgraue, bräunliche oder schwärzliche Farbe, einen splitterigen, flachmuscheligen, scharfkantigen, an den Kanten durchscheinenden Bruch, ist matt oder nur schwach fettglänzend, krystallinisch, compact und besteht vorherrschend aus parallel angeordneten, fast immer langgestreckten, weißen oder undurchsichtigen Sanidintafeln und sechsseitigen Nephelinsäulen, daneben auch aus winzigen Leucitkrystallen, Hornblendenädelchen, Augitkrystallen, Magneteisenkörnern u. s. w. In dieser Grundmasse befinden sich porphyrisch ausgeschieden: Sanidin, Nephelin, Hornblende, Hauyn, Nosean, Augit, Titanit und Titaneisen, mitunter auch Glimmer, Pyrit, Eisenglanz, Zirkon, Olivin und Granat.

Tabelle VII.

Fundstätte	Specifisches Gewicht	Druckfestigkeit in Kilogramm pro 1 cm^2	Größe der Probekörper in Centimeter	Wasseraufnahme in 125 Stunden in Procenten	Untersuchung ausgeführt
Stenzelberg im Siebengebirge (hellbläulich) .	2·467	lufttrocken 719 (bis 930) wassersatt 711	6×6×6	2 4	Kgl. Prüfungsstation Berlin
Wolkenburg im Siebengebirge	2·421	1 563 w 558	"	2·0	"
Stockhalm im Westerwald (grünlich)	2·325	1 380	"	3 5	"
Giebelberg bei Selters (chocoladenfarbig) . .	2·205	1 393	"	4 5	"
Londorf bei Gießen . .	—	— 575 (Schubfestigkeit — 28, Biegungsfestigkeit — 118)	"	—	Kgl. techn. Hochschule zu München
Eperies in Ungarn . .	—	442	—	—	R. Gunesch
Liszko (poröser Trachyt).	—	61	—	—	"

Mittlere chemische Zusammensetzung nach H. Credner: Kieselsäure 59·40, Thonerde 19·50, Eisenoxyd 3·50, Manganoxyd 0·15, Kalkerde 2·25, Magnesia 0·70, Kali 6·00, Natron 7·00, Wasser 1·60.

Der gewöhnliche Phonolith, auch schieferige Phonolith genannt, zeigt deutlich plattenförmige Absonderung und läßt sich in dünne Tafeln spalten, die aneinandergeschlagen einen hellklingenden Ton geben (daher der Name).

Der massige porphyrische Phonolith mit hervortretenden größeren Krystallen ist meistens vielfach zerklüftet (zerklüfteter Phonolith) und zeigt keine plattenförmige Absonderung.

Der lichtgraue trachytartige Phonolith mit zeolithischen Beimengungen hat eine rauhe, etwas poröse, erdige Grundmasse.

Der Noseanphonolith besitzt eine dunkle Grundmasse aus Nephelin und Leucit mit Krystallen von Nosean, Sanidin und Leucit.

Der Phonolith bildet meistens dom- oder glockenförmige Kuppen oder plattenförmige Ströme oder Gänge von durchschnittlich geringer Mächtigkeit und findet sich häufig in Gesellschaft oder unmittelbarer Nachbarschaft des Basalt und eigentlichen Trachyt. Er wird gefunden in Böhmen (Marienberg bei Aussig, Teplitzer Schloßberg, Milleschauer, Bilin), in der Lausitz (Lausche, Limberg, Hochwald bei Zittau), im Siebengebirge, in der Rhön (Milseburg), im Vogelsgebirge, im Hegau am Bodensee (Staufen, Hohentwiel mit Noseanphonolith), bei Coburg in der Wetterau, im Westerwald, in der Eifel, in Frankreich (Auvergne, Velay), in Ungarn u. s. w.

Der Phonolith ist wetterfest und bildet in Folge seiner Neigung zu dünnplattenförmiger Structur sehr lagerhafte

Steine, welche auch mit Mörtel gut binden. Alte Burgen und Schlösser im böhmischen Mittelgebirge sind aus ihm erbaut worden. Er liefert ferner ein geschätztes Material für den Straßenbau und wird — wenn dünn spaltbar — auch zu Dacheindeckungen benutzt (z. B. in Velay und in der Auvergne). Ferner wird er als Rohmaterial für ordinäre Glaswaaren (Flaschen) und als fruchtbarer Ackerboden verwerthet.

Sein mittleres specifisches Gewicht beträgt 2·6 (2·512 bis 2·7) und wächst im Allgemeinen mit Zunahme von unzersetzbaren Substanzen.

Der Pechstein (Resinit, Stigmit).

Der Pechstein ist ein natürliches, wasserhaltiges Glas, ein Schmelzproduct von Quarz und Feldspath, das aus 73 bis 75% Kieselsäure, 11 bis 14% Thonerde, 1·5 bis 3% Alkalien, 4·7 bis 9·4% Wasser und geringen Mengen Kalk, Magnesia und Eisen besteht.*) Das Gestein hat einen starken Harzglanz (auch wohl Glasglanz), besitzt einen unvollkommen muscheligen bis unebenen, an den Kanten durchscheinenden Bruch, ist unrein grüngrau, braungelb, roth oder schwarz gefärbt und häufig gefleckt und gestreift. In seiner glasigen Grundmasse befinden sich Mikrokrystalle von Orthoklas, Plagioklas, Quarz und schwarzem Glimmer mit zahlreichen Glaseinschlüssen, ferner Hornblende- und Augitsäulen und schwarze Magneteisenkörner sowie Dampfporen und verkohlte Pflanzenreste.

Nimmt der Pechstein in seine glasige Grundmasse Krystalle und Körner von Orthoklas, Plagioklas und Quarz,

---

*) Karmarsch und Heeren's Technisches Wörterbuch, III. Auflage, Band VI, S. 580.

auch Glimmerschuppen und Hornblendesäulen auf und zeigt er eine porphyrische Structur, so wird er Pechsteinporphyr genannt.

Uebergänge bildet der Pechstein zuweilen in Perlstein und Obsidian, auch in hellgrüne Thonsteinporphyre.

Der Pechstein ist ein massiges Gestein, das Felsitporphyre und andere Trachytgesteine deckenartig überlagert oder dieselben in Gängen durchsetzt. Er kommt vor in Ungarn (Tokai, Kremnitz, Schemnitz), in Sachsen (Triebischgrund, Tharand und Freiberg, Chemnitz, Lugau, Zwickau, Leisnig), in Steiermark, Italien, Frankreich, auf den Inseln Sky und und Arran, Island u. s. w.

Seiner großen Dauerhaftigkeit wegen wird er als Baustein, besonders aber als Material für Straßenpflasterungen und Beschotterungen benutzt.

Sein specifisches Gewicht schwankt zwischen 2·1 und 2·3, seine Härte zwischen 5·5 und 6.

Der Perlstein (Perlit).

Der Perlstein bildet eine emailartige, perlgraue oder röthlichbraune, auch schwarz gefärbte, fett- bis perlmutterglänzende und matte, muschelig brechende, spröde sehr leicht zersprengbare Masse aus hirsekorn- bis erbsengroßen, concentrisch-schaligen, häufig um einen Feldspathkrystall entstandenen, aber auch hohlen Körnern. Diese Masse ist ein Schmelzproduct verschiedener Feldspathe und Kieselerde und bildet ein natürliches, wasserhaltiges Glas. Als Einschlüsse befinden sich im Perlstein Magnesia-Glimmer, Granat, Jaspis, Quarz u. s. w. Er wird häufig auch dicht und pechsteinartig und bildet dann Uebergänge in Pechstein, Obsidian und Bimsstein.

Die chemische Zusammensetzung beträgt im Mittel (Credner, S. 78): Kieselsäure 73·53, Thonerde 13·23,

Eisenoxyd und Eisenoxydul 2·41, Kalk 1·70, Magnesia 0·80, Kali und Natron 6·43, Wasser 1·90.

Man unterscheidet: Sphärolithfels mit körnig-schaliger Grundmasse, in welcher viele kleine gelbe oder braune, radialfaserige, kugelige oder knollige Ausscheidungen mit scharf begrenzten Rändern auftreten, und Perlitporphyr mit körnig-schaliger Grundmasse, die Krystalle von Sanidin und Glimmer enthält.

Der Pechstein bildet bei Tokai in Ungarn eine mächtige, 12 Quadratmeilen große Ablagerung, kommt aber auch in kleineren Strömen und Gängen vor, z. B. bei Schemnitz und Telkibanya in Ungarn, in der euganeischen Berggruppe in Venetien, auf den Ponza-Inseln, in Mexiko u. s. w.

Sein specifisches Gewicht schwankt zwischen 2·36 und 2·45, seine Härte ist = 6.

Er wird als Baustein und besonders zu Straßenpflasterungen und Beschotterungen benutzt.

Der Obsidian.

Der durch schnelle Abkühlung geschmolzener Lavamassen entstandene, aus 60 bis 70% Kieselsäure, 8 bis 19% Thonerde, 6 bis 13% Kali und Natron und aus kleineren Mengen von Kalk und Magnesia bestehende Obsidian ist ein vulcanisches Glas, das einen ausgezeichnet muscheligen Bruch mit sehr scharfen, schneidenden, durchscheinenden Kanten besitzt, stark glasglänzend und spröde wie Glas ist und eine meist graue bis schwarze, aber auch flaschengrüne, blaue, rothe oder gelbe Farbe hat.

Obsidian enthält in seiner glasigen Grundmasse zahlreiche, mikroskopische, eiförmige Gas- oder Dampfporen (reiner Obsidian), radialfaserige Sphärolithe (sphärolithischer

Obsidian), langgestreckte und parallel gelagerte Blasenräume (blasiger Obsidian) und bildet Uebergänge in Bimsstein (durch Blasigwerden), in Pechstein, Perlstein und in krystallinisch-körnige Laven.

Er bildet ganze Ströme oder lose, klumpen- oder kugelförmige Auswürflinge von verschiedener Größe und wird an bereits erloschenen oder noch thätigen Vulcanen gefunden, z. B. in Ungarn, Böhmen, auf den Liparischen Inseln, auf Island, Teneriffa, Neu-Seeland, in Transkaukasien, Mexiko u. s. w.

Sein specifisches Gewicht beträgt 2·4 bis 2·5, seine Härte 6 bis 7. Obsidian wurde früher vielfach zur Herstellung von Wandspiegeln, Kunstgegenständen, Pfeilspitzen, scharfschneidigen Waffen und Werkzeugen (z. B. in Mexiko) benutzt, auch zu Geschirren u. s. w. In unserer Zeit fertigt man aus ihm Trauerschmucksachen, Knöpfe, Dosen, Schalen, Vasen, Gemmen u. s. w. Er kommt im Handel vor unter dem Namen Glasachat, Isländischer Achat, schwarze Glaslava, vulcanisches Glas und Marekanit.

Der Bimsstein.

Der Bimsstein bildet eine schaumige, blasige, schwammige, stark poröse oder schlackige Ausbildung anderer trachytischer Gesteine, besonders des Obsidian. Er entstand beim Erstarren des zähen Schaumes einer glühendflüssigen Lava. Er besitzt eine hellgraue, auch hellgelbe Farbe und Seidenglanz und hat häufig langgestreckte Poren und Hohlräume, welche ihm ein faseriges Aussehen verleihen.

Seine chemische Zusammensetzung ist durchschnittlich dieselbe wie die der anderen Trachytgesteine; sein Kieselsäuregehalt schwankt zwischen 50 und 74%, sein Gehalt an Thonerde zwischen 9·7 und 19·12%, an Eisenoxyd

zwischen 0 und 4·7%, an Kalk zwischen 0·62 und 3·32%, an Magnesia zwischen 0·3 und 3·2%, an Kali zwischen 1·52 und 9·23%, an Natron zwischen 3·32 und 11·25%, an Chlor zwischen 0 und 3·84%, an Wasser zwischen 0 und 15%. Außerdem haben einige Bimssteine (z. B. der vom Fuße der Soufrière auf Guadeloupe) Eisenoxydul und einige (z. B. der Guadelouper und der von Altavista auf Teneriffa) Spuren von Manganoxyd.

Der Bimsstein kommt in vulcanischen Gegenden vor als weit verbreiteter, schlackiger, oft mächtiger (6 bis 17 *m* dicker) Strom in Verbindung mit Obsidian- und Perlsteinströmen und auch als unverbundener Auswürfling; er wird gefunden auf den Liparischen Inseln Porza, Ischia und Vulcano, am Rhein zwischen Andernach, Mayen, Bassenheim und Bendorf, in der Auvergne, in der euganeischen Bergkuppe in Venetien, am Vesuv, an den Vulcanen der Cordilleren, auf Island, Guadeloupe, Teneriffa u. s. w.

Sein specifisches Gewicht schwankt zwischen 0·37 und 0·914.

Der Bimsstein ist ein sehr nützliches Material, das in der Technik mannigfache Verwendung findet. Er dient in Stücken und in Pulverform als Schleif-, Polir- und Putzmittel für Silber, Messing und andere Metalle, für Knochen, Horn, Holz und natürliche Gesteine (besonders für Marmor), als Filtrirmaterial für Wasser und andere Flüssigkeiten, zur Herstellung von Bimssteinseife und Zahnpulver u. s. w. Wegen seines geringen Eigengewichtes und seiner guten Verbindung mit Mörtel wird er im Baufach als Gewölbestein (Kuppel der Hagia Sophia in Constantinopel), wegen seiner schlechten Wärmeleitung als Mauerstein für Trockenräume und weil er im Sommer kühle, im Winter warme Räume

spendet, zuweilen auch in der Umgebung seiner Fundorte zum Bau von Wohnhäusern und Ställen verwendet (z. B. ist die Stadt Lipari aus Bimsstein erbaut).

---

§ 18. Die Augitgestein, (Basalte Trappe).

Zu den jüngeren Eruptivgesteinen gehört der Dolerit und der Basalt.

Der Dolerit (basaltische Grünstein) ist ein grob- bis mittelkörniges, dunkles Gemenge von weißem oder licht-grauem Plagioklas, schwarzen oder dunkelgrünen, kurzen Augitsäulchen und titanhaltigem, meist staubförmigem schwarzen Magneteisen, denen meistens geringere Mengen kohlensaures Eisenoxydul und kohlensaurer Kalk beigesellt sind. Statt des Feldspaths weisen die Dolerite oftmals Nephelin und Leucit auf (Nephelindolerit, Leucitdolerit). Als Einmengungen führt der Dolerit häufig Hornblende, Glimmer, Granat, Olivin, Apatit u. s. w.

Der Dolerit, in welchem das Mengenverhältniß seiner Bestandtheile wechselt, zumeist aber der Plagioklas vorherrscht, ist deutlich magnetisch, braust mit Säuren auf und wird zum Theil zersetzt.

Treten einzelne Augit- oder Feldspathkrystalle aus dem Gemenge hervor, so erhält es eine porphyrische Structur; besitzt es Blasenräume mit zeolithischen Mineralien, so ist seine Structur eine mandelsteinartige. Sind die verschiedenen Bestandtheile des krystallinisch-körnigen Gemenges nicht mehr mit unbewaffnetem Auge zu unterscheiden, so nennt man den Dolerit Anamesit. Der Anamesit hat eine feinkörnige, grünliche, grauliche oder bräunlich-schwarze, schimmernd brechende Masse, die meist ein geringeres specifisches Gewicht

als der Basalt (2·7 bis 2·8) besitzt. Er ist dem Basalt sehr ähnlich und bildet den Uebergang vom gewöhnlichen Dolerit zum Basalt.

Der Dolerit, welcher meist nur durch die Größe seines Kornes vom Basalt abweicht, ist ein vulcanisches Gestein, welches folgende mittlere chemische Zusammensetzung nach Credner (S. 89) besitzt: Kieselsäure 50·59, Thonerde 14·10, Eisenoxyd 16·02, Kalk 9·20, Magnesia 5.09, Kali 1·05, Natron 2·19, Wasser 1·78.

Er kommt vor in Thüringen (Eisenach), in Hessen am Meißner bei Lauterbach), in der Eifel (am Brinkenköpfchen), im Breisgau (am Kaiserstuhl), in der Oberlausitz (am Löbauer Berg), im Siebengebirge (Löwenburg), in Nassau (Oberbrechen), in Nord-Irland (am Riesendamm), in Schottland, auf Island u. s. w.

Anamesit wird gefunden auf der Wilhelmshöhe bei Kassel, bei Steinheim unweit Hanau, bei Rüdigheim, Niederrad und Bockenheim im unteren Mainthale, in Schlesien, in Irland, Schottland, Island u. s. w.

Aus dem Dolerit fertigt man sehr tragfähige und sehr dauerhafte, mit Mörtel gut bindende Bausteine für Fundamente, Straßen- und Wasserbauten, ferner Fensterbänke, Thürgewände und vorzüglich haltbare Treppenstufen.

Sein specifisches Gewicht schwankt zwischen 2·9 und 3·1. Die Druckfestigkeit des Dolerit vom Ziegenberg bei Benzendorf in Oberhessen fand die königliche Prüfungsstation zu Berlin für Probekörper von 6×6×6 *cm* zu 1094 *kg*, des Dolerit von Lauterbach in Oberschlesien zu 1282 *kg* pro Quadratcentimeter Fläche. Winkler nimmt die Druckfestigkeit durchschnittlich nur zu 880 *kg* pro Quadratcentimeter an.

Der **Basalt** ist ein sehr feinkörniges, scheinbar dichtes, meist sehr hartes und zähes, dunkelgrau bis schwarz ge-

färbtes, einen matten, splitterigen, gewöhnlich flachmuscheligen Bruch zeigendes Gemenge, welches mikroskopische Krystalle von gestreiftem Plagioklas (Labrador), Augit (häufig mit Glaseinschlüssen), grünlichgrauem, glasglänzendem, tropfenförmig-körnigem Olivin und schwarzkörnigem Magnet- oder auch Titaneisen enthält (Feldspathbasalt) oder statt des Feldspaths mit farblosem, ungestreiftem Nephelin (Nephelinbasalt), auch mit langen, farblosen Apatitnadeln, selten mit Glimmer und Leucit versehen ist (Leucitbasalt).

Diese Gemengtheile sind in sogenannte Basaltmagma eingebettet, d. h. sie liegen in einer rein glasigen oder halbglasigen oder auch entglasten und dann mit feinen Krystallnadeln oder haarförmigen Gebilden (Trichiten) angefüllten Masse.

Als accessorische Bestandtheile führt der Basalt Faserzeolith in Adern und Drusen, Hornblende, Bronzit, Zirkon, Magnetkies, Saphir u. s. w.

Die mittlere chemische Zusammensetzung des Feldspathbasalts beträgt nach Credner: Kieselsäure 43, Thonerde 14, Eisenoxyd und Eisenoxydul 15·3, Kalkerde 12·1, Magnesia 9·1, Kalk 1·3, Natron 3·87 und Wasser 1·3.

Nach der Structur kann man unterscheiden:

a) Den gewöhnlichen oder dichten Basalt.

b) Den porphyrartigen Basalt mit porphyrisch eingesprengten Körnern und Krystallen von Plagioklas, Augit, Magneteisenerz, Hornblende (in mehreren Centimetern großen, auf den Spaltungsflächen stark glänzenden, braunschwarzen Krystallen) und besonders von Olivin.

c) Den Basaltmandelstein mit unregelmäßigen und blasenartigen Hohlräumen, welche ausgekleidet oder angefüllt sind mit den verschiedensten Mineralien, z. B. mit Desmin, Prehnit, Laumontit, Kalkspath, Quarz u. s. w.

d) Den verschlackten Basalt oder die basaltische Lava, aus einer schaumartig porösen oder schlackigen, mit zahlreichen Blasenräumen angefüllten Masse bestehend. (Siehe auch § 19.)

e) Die Basaltconglomerate und Basalttuffe, lose, durch theilweise Zersetzung entstandene Basaltmassen. (Siehe § 37.)

Nach den charakteristischen Absonderungsformen unterscheidet man:

α) Säulenbasalt (Pfeilerbasalt, Pyramidenbasalt) mit schöner, meist regelmäßiger, säulenförmiger Absonderung. Die Basaltsäulen besitzen gewöhnlich die Gestalt unregelmäßiger, sechsseitiger Prismen, deren Dicke von 5 *cm* bis 3 *m* und deren Länge von 2 bis 100 *m* schwankt und die häufig gegliedert sind. Ihre Zwischenräume sind oftmals durch zeolithische Mineralien ausgefüllt.

β) Plattenbasalt (Tafelbasalt) mit dünnen, höchstens 30 *cm* dicken und meistens sehr ebenflächigen Tafeln.

γ) Kugelbasalt mit kugelrunden, concentrisch-schaligen, um einen Kern gelagerten Basaltmassen.

Außer seinen vielen accessorischen Bestandtheilen führt der Basalt häufig in seiner Masse Trümmer der verschiedensten Gesteine, die er bei seiner Eruption umschlossen.

Die meisten Feldspathbasalte brausen mit Säuren auf, ein Zeichen, daß sie Kalke enthalten. Die Basalte saugen aus der Atmosphäre begierig Wasser auf, welches nach und nach eine Verwitterung des Gesteins herbeiführt. So entsteht durch eine Art von Auslaugung die dichte oder erdige, unrein grüngraue oder schwarzbraune, milde und weiche, beim Anhauchen nach Thon riechende Basaltwacke, die ein basaltisches Trümmergestein mit thonigem Bindemittel darstellt. Bei weiterem Fortschreiten des Auslaugungsprocesses werden

einzelne Theile der Kalkerde, Magnesia, Kali und Natron, Eisenoxydul und Kieselsäure ausgeschieden und fortgeführt und es entsteht schließlich ein wasserhaltiges Thonerdesilicat, nämlich der aus Thonerde mit Beimengungen von Kieselsäure, Eisenoxyd und Wasser bestehende basaltische Thon oder Wackenthon, welcher einen dunklen, fetten, sehr fruchtbaren Ackerboden liefert und in der Landwirthschaft auch als Dünger Verwerthung findet.

Der Basalt tritt in Kuppen, Gängen, Strömen und Decken auf und hat eine sehr große Verbreitung.

Ganz ausgezeichnete säulenförmig abgesonderte Basaltgesteine werden am hohen Parksteine bei Weiden in der Oberpfalz, in der Fingalshöhle auf Staffa, am Riesendamm in Irland, auch bei Steinschönau und Kamnitz in Böhmen und bei Münzenberg in der Wetterau gefunden. Plattenförmig abgesonderte Basaltgesteine (Tafelbasalte) findet man in den Oberkasseler Brüchen (Oberkasseler Ley, Finkenberg), Kugelbasalt an der berühmten Käsegrotte bei Bertrich an der Mosel und an der Landskrone a. d. Ahr, Leucitbasalt im Rhöngebirge, Nephelinbasalt in der Lausitz.

Bekanntere Fundorte sind in Deutschland: Kaiserstuhl bei Altbreisach; Habichtswald bei Kassel, Kuppe des Meißners, der Hirschberg, Lichtenau und Waldkappel in Hessen-Kassel; Eschwege, Sontra bei Lebra, Melsungen in der Wetterau; Hardegsen bei Northeim; Ranstadt (Platten- und Tafelbasalt), Renzendorf, Bruchenbrücken, Salmünster, Vollmerz im Vogelsgebirge; Maingegend bei Steinheim und Dietesheim, Kahl und Dettingen (grobkörniger Basalt); Weilberg und Oelberg im Siebengebirge; Eifel; kleine Schneegrube bei Warmbrunn im Riesengebirge (sehr bedeutende Fundstätte); Schedlau, am Breiteberg bei Striegau,

Hermannsdorf und Brechelshof bei Jauer, Sirgwitz bei Löwenberg, die Landeskrone bei Görlitz in Schlesien; Zittau, Pirna, Burg bei Stolpen im Königreich Sachsen; Zella bei Dermbach und am Dolmar im Rhöngebirge; Haiger und Herborn im Westerwald; Weyer a. d. Lahn bei Limburg; von Siegburg bis Sollscheid in der Rheinprovinz; ferner bei Linz, Kaisersberg, Ockenfels, Erpeler Berg, Unkelerbruch („Unkelstein"), Petersberg, Nonnenstromberg, Wielberg — an der rechten Rheinseite; Rolandseck, Röderberg, Lühnsberg, Godesberg — an der linken Rheinseite; Dieburg nahe Babenhausen im Odenwald; Großschlattengrün, Mitterteich bei Weiden, rauher Kulm bei Kemnath-Neustadt, Triebendorf in Bayern — in Oesterreich-Ungarn: Böhmisch-Leipa, Walsch, Aussig, Teplitz, Bilin und zwischen Karlsbad und Saaz in Böhmen; Umgebung von Graz in Steiermark — in Frankreich: Auvergne — in Italien: Sicilien (Aetna), Sardinien — in Schottland und Irland, auf den Hebriden, auf Island — in Amerika: Mexiko und Quito u. s. w.

Der Basalt ist ein sehr zähes, wetterfestes, tragfähiges, aber auch schwer zu bearbeitendes Gestein. Seine Druckfestigkeit schwankt zwischen 1000 und 3500 *kg* pro Quadratcentimeter Fläche, wie dies aus Tabelle VIII (S. 102) ersichtlich ist.

Die Bruchfestigkeit fand Bauschinger im Mittel zu 200 *kg* pro Quadratcentimeter.

Der Porositätscoëfficient ist im Mittel (aus 10 verschiedenen Fundstätten) zu 0·9 (nach Hauenschild durchschnittlich zu 1·28) anzunehmen.

Die kubische Ausdehnung des Basalts beträgt bei 1° C. Temperaturerhöhung 0·00003 seines Volumens.

Das specifische Gewicht schwankt zwischen 2·88 und 3·3 (und darüber), die Härte zwischen 6 und 7 bis 8.

Tabelle VIII.

Fundstätte	Specifisches Gewicht	Druckfestigkeit in Kilogramm pro 1 cm^2	Größe der Probekörper in Centimeter	Wasseraufnahme (W) in 125 Stunden in Procenten, Härtegrad (H)	Untersuchung ausgeführt
Wilhelmshöhe bei Kassel	2·99	lufttr. = 1709 wasserf. = 1632	6×6×6	W = 0·63 H = 7 – 8	Kgl. techn. Hochschule zu Berlin
Hohenschleife bei Münden in Hannover	2·91 bis 2·93	l = 1411 w = 1418	"	W = 0·95 H = 6–7	"
Kleiner Wielberg bei Heisterbach im Siebengebirge	—	l = 1603	"	—	"
Wiesa bei Greiffenberg .	—	l = 1311	"	—	"
Stolpen in Sachsen . .	—	l = 1912	—	—	Rondelet
Hardegsen bei Northeim	—	l = 1930	—	—	Hannov. Masch.-Act.-Gesellsch. vormals Egestorff in Linden bei Hannover
Umgebung von Limburg	—	l = 2850 bis über 3500	—	—	Kgl. techn. Hochschule zu München
Auvergne in Frankreich .	—	l = 2078	—	—	Rondelet

Wegen seiner großen Härte, Festigkeit und Dauerhaftigkeit findet der Basalt in der Technik mannigfache Verwendung. Obwohl er eine bedeutende Wärmeleitungsfähigkeit besitzt und daher kaltfeuchte Mauern durch Niederschlag von Wasserdünsten giebt, wird er im Hochbau doch vielfach als Baustein benutzt. Aus ihm sind z. B. Schloß Greifenstein bei Friedberg, Schloß Stolpen bei Dresden und einige böhmische Schlösser erbaut. In Nähe seiner Fundorte verwendet man ihn als Einlage in rothen Sandstein- und Trachytmauerwerken, sowie zu starken Außen- und Fundamentmauern. Ferner dient er zur Herstellung von Treppenstufen, Thür- und Fenstergewänden u. s. w. Zu Feuerungsanlagen oder zu Bauwerken in nächster Nähe derselben eignet er sich nicht, weil er bei Einwirkung sehr großer Hitze leicht rissig wird und dann leicht schmilzt.

Im Tiefbau ist er als Material für Pflasterungen und Chaussirungen wegen seiner großen Haltbarkeit und weil das Regenwasser in seinen Poren bald verschwindet recht geschätzt; er hat jedoch den Nachtheil, daß er in Folge seiner großen Härte und Dichtigkeit leicht glatt wird. Dieser Nachtheil wird vermindert, wenn man die Straßen mit möglichst schmalen Steinen pflastert. Häufig stellt sich das Basaltpflaster in Neubau und Unterhaltung billiger wie jede andere Pflasterung; hieraus erklärt sich seine große Verbreitung. (Pflaster von Hannover; Frankfurt am Main, Straßburg im Elsaß, zum Theil auch in Berlin, Köln am Rhein, Leipzig u. s. w. *) Aus Basalt werden auch Radabweiser und Meilensteine hergestellt.

Im Wasserbau dient er zum Bau von Brücken (z. B. Moselbrücke bei Coblenz), Schleusen, Wehren, Quaimauern;

*) Siehe des Verfassers Handbuch des gesammten Straßenbaues in Städten, Jena 1881. S. 205 bis 222.

im Festungsbau zu Mauerwerk aller Art; in der Bildhauerei zur Herstellung von Grabdenkmälern, Monumentsockeln, Säulen u. s. w.

Größere Blöcke können aus Basalt, seiner Absonderungsformen wegen, meistens nicht gewonnen werden.

Aus Basaltmandelstein werden am Laacher See in der Rheinprovinz vorzügliche Mühlsteine hergestellt ebenso aus verschlacktem Basalt (bei Andernach am Rhein).

Endlich benutzt man Basalt als Flußmittel bei der Eisenerzverhüttung, in der Glasfabrikation zur Herstellung grünen Flaschenglases, in der Cementfabrikation, und Basaltpulver mit Kalkbrei vermischt als Wassermörtel u. s. w.

Im Alterthume stellten die Aegypter, Griechen und Römer meisterhafte, noch jetzt unsere Bewunderung erregende Sculpturen und viele andere Kunstwerke her, von denen ein großer Theil heute eine Zierde unserer Museen bildet.

---

§ 19. Die Lava.

Die bei Eruptionen sich aus den Vulcanen ergießende, feuerflüssige, mineralische Masse bildet nach ihrer Erstarrung entweder eine zusammenhängende, weit verbreitete Decke (Lavastrom) oder, wenn sie durch gleichzeitig bei der Eruption ausgestoßene Dampfmassen zerrissen worden ist, einzelne halb- oder ganz geschmolzene Blöcke, welche oft mehr als 1 *m* Durchmesser haben, oder runde bis kopfgroße Bomben oder nußgroße, unregelmäßig gestaltete Lapille oder Sandkorn- bis staubkleinen vulcanischen Sand, beziehungsweise vulcanische Asche.

Die Lava hat ein sehr verschiedenes Aussehen, auch ist ihre Härte, Festigkeit, Farbe und chemische Zusammensetzung sehr wechselnd. Je nachdem letztere mehr dem Basalt oder mehr dem Trachyt entspricht, unterscheidet man Basaltlava und Trachytlava (Phonolith-, Obsidian-Lava u. s. w.) Die Basaltlava hat eine dunkle, oft schwarze, im schlackenartigen Zustande häufig braunrothe Farbe, die Trachytlava dagegen eine helle, meistens graue, ins Röthliche gehende.

Die langsam erstarrten Laven sind krystallinisch-körnig, auch porphyrartig gebildet, sind aber an der Oberfläche ihrer Ströme mehr oder weniger porös und schlackig. Die rasch erstarrten besitzen fast durchgängig eine sehr poröse, schwammige und schaumige Masse. Es kommen auch Laven vor, die eine erdige Beschaffenheit und einen unebenen, erdigen Bruch zeigen. Solche verwitterte Lavamassen geben einen fruchtbaren Ackerboden.

Die Lava findet sich nur in der Nähe thätiger oder bereits erloschener Vulcane und kommt in Deutschland vor: in der Eifel, bei Lich, Gießen, Grünberg am nordwestlichen Theil des Vogelberges, am Laacher See; in Italien: am Vesuv, am Aetna, auf den Liparischen Inseln; in Frankreich im Vulcangebiete in der Auvergne; ferner auf Island u. s. w.

Die Basaltlava des Vesuvs mit kleineren oder größeren, oft sehr deutlich ausgebildeten Leucit- und Olivinkrystallen und einem dichten Gefüge wird zu Bausteinen für Außenmauern und Fundamente, zu Trottoirplatten, Randsteinen und Pflastersteinen benutzt. (Pflaster von Neapel, Venedig, Padua u. s. w.) Aus Basaltlava des Eifelgebirges bestehen z. B. die Maßwerke am Dome zu Köln am Rhein. Als Lava-Bauwerke aus dem Alterthume sind anzuführen: der Tempel des Jupiter Ammon, das Pflaster von Herculanum und Pompeji.

Die schwarze Lava von Sorent dient zur Herstellung von Thür- und Fenstergewänden, Treppenstufen u. s. w.

Die dichte Lava, welche einen grobsplitterigen, ins Muschelige gehenden Bruch hat, läßt sich gut poliren und eignet sich daher auch zur Fabrikation von Schmucksachen, Armbändern, Broschen, Vasen, Schalen, kleinen Statuen Briefbeschwerern u. s. w.

Die poröse Lava, die sich wie die dichte mit Mörtel gut verbindet, benutzt man zur Aufführung von Innenmauern und leichten Gewölbedecken.

Aus der bei Niedermendig und bei Mayen in der Rheinprovinz gefundenen Nephelin-Lava wurden schon im Alterthume von den keltischen Volksstämmen, den Germanen und Römern Platten und Mühlsteinen gefertigt. Und noch heute blüht in dieser Gegend der Handel mit aus diesem Gestein hergestellten Mühlsteinen.

Die härtere Basaltlava eignet sich auch zu Pflasterungen von Straßen mit leichterem Verkehr (Berlin), jedoch sind die einzelnen Pflastersteine plattenförmig zu gestalten oder wenigstens in großen Dimensionen zu verwenden, weil das Gestein nur eine mäßige Härte besitzt. Die rheinische Lava wird auch vielfach zu Tottoirplatten und Bordschwellen verarbeitet und als Zusatz zum Cementmörtel benutzt. Ueber die Druckfestigkeit der Lava giebt folgende Tabelle (S. 107) näheren Aufschluß.

B. Die krystallinischen Schiefergesteine (schieferigen Silicatgesteine, metamorphischen Gesteine).

Die krystallinischen Schiefergesteine zeigen eine Schichtung, besitzen meistens eine große Härte und sind frei von Versteinerungen und Pflanzenabdrücken. Sie bestehen größtentheils

Tabelle IX.

Fundstätte	Specifisches Gewicht	Druckfestigkeit in Kilogramm pro 1 cm^2	Größe der Probekörper in Centimeter	Wasseraufnahme (W) in 125 Stunden in Procenten, Härtegrad (H)	Untersuchung ausgeführt
Hannebacher Basaltlava (Eifelgebirge); dunkelgrau	2·41	lufttr. = 586, wasserf. = 589	6×6×6	W = 4·4	Kgl. techn. Hochschule zu Berlin
Perlekopf-Basaltlava (Eifelgebirge); dunkelgrünlich	2·322	l = 550 w = 552	"	W = 5·6	"
Dichte Lava vom Vesuv	2·6	l = 670	—	—	Rondelet
Graue Lava von Rom (Peperino)	1·97	l = 228	—	—	"
Weiche Lava vom Vesuv	1·72	l = 160	—	—	"

aus Kiesel, Thonerde, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, Kalium und Natrium und enthalten an Silicaten: Quarz, Glimmer, Feldspath, Hornblende, Chlorit und Talk — daher die Bezeichnung „schieferige Silicatgesteine" — sowie als Nebenbestandtheile eine große Zahl der übrigen Mineralien.

Zum Theil gehören sie (wie z. B. der Gneiß, einige Quarzite, Granulit) zu den ältesten Gesteinsbildungen unserer Erdrinde; sie bilden dann mannigfache Uebergänge in die Gesteine der sogenannten Uebergangsperiode. Zum Theil zählen sie zu den ältesten und noch versteinerungslosen Sedimentgesteinen, d. h. sie sind sogenannte metamorphische Gesteine, die aus mechanischen Absätzen im Wasser entstanden und allmählich durch Einwirkung physikalischer und chemischer Kräfte krystallinisch geworden sind. Diese Gesteine gehen häufig in Trümmergesteine über. Es sei noch erwähnt, daß aber auch die verschiedenen krystallinischen Schiefergesteine unter sich selbst vielfache Uebergänge bilden.

---

§ 20. Der Gneiß (Gneis, Gneuß).

Der Gneiß ist ein krystallinisch-körniges, flaseriges bis schieferiges Gestein, das wie der Granit zusammengesetzt ist aus weißen, gelblichen, grauen, röthlichen oder fleischrothen, glänzenden, krystallinischen, runden, manchmal auch linsenförmigen Orthoklaskrystallen, lichtgrauen oder weißen, fettglasglänzenden, runden oder linsenförmigen Quarzkörnern und flaserigen, blätterigen Lagen von weißem Kaliglimmer (rother Gneiß der bojischen Formation) oder dunklem Magnesiaglimmer (grauer Gneiß der hercynischen Formation) oder auch von beiden (Gneiße, jünger als der rothe, älter als der graue Gneiß).

Als Nebenbestandtheil enthält der Gneiß mattweißen, fettglänzenden, deutlich die Zwillingsstreifung zeigenden Plagioklas und statt des Glimmers häufig Talk, Chlorit, Hornblende, auch wohl Graphit und Eisenglimmer.

Hiernach kann man unterscheiden:

1. Glimmergneiß, aus Feldspath, Quarz und Glimmer bestehend. Mittlere chemische Zusammensetzung nach Credner: Kieselsäure 70 bis 80, Thonerde 14·20, Eisenoxyd 6·10, Kalk 2·60, Kali 3·0, Natron 2·1, Wasser 1·2. Durch Verlust des schieferigen Gefüges und Hervortreten der körnigen Structur geht der Gneiß in Granit, durch Ueberhandnehmen des Glimmers und Abnahme des Feldspaths in Glimmerschiefer, durch Abnahme des Glimmers in Granulit über.

2. Hornblendegneiß, aus Feldspath und Quarz und statt des Glimmers aus Hornblende bestehend. Bildet den Uebergang einerseits in Syenitgranit, andererseits in Hornblendeschiefer.

3. Graphitgneiß aus Feldspath, Quarz und Graphit mit oder ohne Glimmer. Uebergang in Graphitgranit, beziehungsweise Graphitschiefer.

4. Chloritgneiß aus Feldspath, Quarz und Chlorit statt Glimmer.

5. Protogingneiß oder Talkgneiß, dem vorigen am ähnlichsten. Besteht aus Feldspath, Quarz und hellgrünen Talkschüppchen neben dunkelgrünem Glimmer.

6. Eisenglimmergneiß aus Feldspath, Quarz und Eisenglimmer.

Structur und Schichtung der Gneiße hängen von der Menge der blätterigen Bestandtheile und der Art ihrer Einlagerung ab und sind daher sehr verschieden. Man unterscheidet:

a) Normalgneiß mit gleichmäßig vertheilten, sich nicht berührenden, ziemlich parallel gelagerten schuppigen Glimmerlamellen, welche die Lagen des körnigen Feldspath-Quarz-Gemenges voneinander trennen.

b) Flasergneiß mit langgezogenen, wellenförmig gebogenen (flaserigen), dünnen Glimmerlamellen, welche parallel gelagert sind, sich an das körnige Gemenge von Feldspath und Quarz anschmiegen und dasselbe in unregelmäßige, linsenförmige Partien theilen. Er zeigt auf seinen Spaltungsflächen nur die gewellten, zusammenhängenden Glimmerblättchen, während auf seinem Querbruche die körnige Feldspath-Quarzmasse erscheint. Flasergneiß bildet häufig den Uebergang in den nur undeutlich flaserigen, oft vollkommen körnigen Granitgneiß oder auch in Granit selbst.

c) Schiefergneiß, bei welchem die dünnen, parallellaufenden Glimmerblättchen eine zusammenhängende, ebenflächige Lage von großer Ausdehnung zwischen dem körnigen Gemenge des Feldspaths und Quarzes bilden. Sind diese Lagen abwechselnd reich und arm an Glimmer, so entsteht der Lagengneiß.

d) Holz- oder Stengelgneiß, in welchem in der Schieferungsebene nicht nur der Glimmer, sondern auch der Feldspath und der Quarz nach einer Richtung im sogenannten Linearparallelismus stengelig angeordnet, d. h. gestreckt sind, so daß oft statt der schieferigen eine faserige Structur erscheint.

e) Augengneiß mit runden oder linsenförmigen, großen, aus der Schiefermasse hervortretenden Orthoklaskrystallen, an die sich wellenförmig gebogene Glimmerblättchen anschmiegen.

Häufig wird der Gneiß bis zu mehreren Metern Tiefe durch die Einflüsse der Witterung zerstört, wobei Bittersalz und Alaun ausgewittert werden. Der Gneiß wird dann zu einem weichen und morschen Gruß und seine Feldspath- und

Glimmer-Gemengtheile verwandeln sich in eine thonige Masse, die oftmals inmitten des Urgebirges größere oder kleinere Buchten ausfüllt.

Der Gneiß gehört zu den weitverbreitetsten und zugleich ältesten Gesteinen der Erde; er bildet die unterste aller bekannten Ablagerungen und hat meistens eine kolossale Mächtigkeit (bis zu 30.000 *m*). Er tritt sowohl in sanftgewölbten Bergmassen als auch in solchen mit zackigen und scharfen Kämmen auf und findet sich in fast allen größeren Gebirgen der Erde, wo er häufig mit Glimmer-, Hornblende-, Chlorit- und Graphitschiefergesteinen, mit Quarziten, Serpentinen, Kalksteinen, Granitgneißen u. s. w. abwechslungsreiche Schichtenreihen bildet und stellenweise gang- und stockförmig von Erzen durchsetzt wird.

Größere Gneißgebiete findet man im Erzgebirge, Riesengebirge, in Böhmen und Mähren, in den Sudeten, im Böhmerwald, im bayerischen Wald, im Fichtelgebirge, in den Centralalpen, in Tirol, Salzburg, Steiermark, Schottland, auf den Hebriden, in Norwegen, Schweden und Finnland, in den Anden, im brasilianischen Küstengebirge u. s. w.

Die Verwendung des Gneiß ist abhängig von seinem Gefüge und dem Mengenverhältnisse seiner Bestandtheile. Quarzreicher, dickbankiger, lagenförmiger Gneiß ist ebenso dauerhaft wie Granit und leichter zu spalten wie dieser. Er liefert vorzügliche Quader- und Bruchsteine, Treppenstufen und Trottoirplatten und wird sehr viel zur Herstellung von Grundbauten und Rauhmauerwerk verwendet.

Schiefergneiß in dünnen Platten wird zu Dacheindeckungen, Fensterbänken u. s. w. benutzt.

Glimmerreicher, eisenhaltiger, dünngeschichteter Gneiß ist weniger dauerhaft und daher nur mit Vorsicht

zu verwenden. Zu Straßenpflasterungen erscheint der Gneiß im Allgemeinen weniger geeignet; man wird ihn nur in Ermangelung eines besseren Materials und wegen seiner geringen Glätte in steileren Straßen (Straßenpflaster von Würzburg) verpflastern. Dagegen liefert das Gestein ein gutes Unterbettungsmaterial für Schotterbahnen.

Das specifische Gewicht des Gneiß liegt zwischen 2·394 und 2·500.

---

§ 21. Der Granulit (Weißstein).

Der Granulit ist ein mittelkleinkörniges, schieferiges, regelmäßig geschichtetes, weißes oder weißliches, aber auch durch Eisenoxydul dunkel gefärbtes Gemenge von vorherrschendem, hellrothem, hellgelbem oder weißem Orthoklas und parallelgelagertem, plattförnigem oder papierdickem, die Schieferstructur hervorrufendem Quarz und mit eingestreuten, etwa hirsekorngroßen, rothen Granaten. Zu diesen Gemengtheilen treten häufig hellblaue Cyanitkrystalle, parallel angeordneter Glimmer, braungelbe, mikroskopisch kleine Turmalinsäulchen, meist linsenförmig gestreckte Hornblende u. s. w.

Der Granulit wird durch Aufnahme des Glimmers und Abnahme der Granaten zum Glimmergranulit, durch Aufnahme des Glimmers und Verschwinden des Cyanit zum Gneiß, durch Aufnahme von Hornblende zum Hornblendegranulit, durch Aufnahme von Glimmer und Annahme einer körnigen Structur zum Granit. Ferner ist zu erwähnen der Diallaggranulit, eine platten- oder bankförmige, dunkelgraue oder grünlichschwarze Varietät des Granulit mit Diallag, Plagioklas (auch Orthoklas), Quarz, Granat, Magnesiaglimmer, Magnetkies u. s. w. Einige rechnen auch zu den Granuliten den sogenannten Forellenschiefer.

Die mittlere chemische Zusammensetzung des Granulit ist nach Credner (S. 103) folgende: Kieselsäure 74.50, Thonerde 10·7, Eisenoxyd und Eisenoxydul 5·6, Kalk 2·2, Kali 4, Natron 2·5.

Der Granulit ist der Verwitterung sehr leicht unterworfen und wird dann in Bänke und Pfeiler, in Grus und Sand zerklüftet. Manchmal erscheinen auch seine Bestandtheile — besonders der Granat — in linearer Richtung gestreckt.

Der Granulit bildet in älteren krystallinischen Gebieten (Gneiß, Granit, Serpentin u. s. w.) größere oder kleinere Ablagerungen. Er bildet im Erzgebirge zwischen Döbeln und Hohenstein eine 6 Meilen lange und 2½ Meilen breite inselartige Partie mit vielen Uebergängen in Granit und durchsetzt von Serpentinstöcken (sächsisches Granulitgebirge). Ferner wird in Böhmen bei Budweis und Krumau, zwischen Schlackenwerth und Kaaden, in Mähren bei Namiest, in Oesterreich bei Melk und Krems, im ostbayerischen Grenzgebirge, bei Aschaffenburg und Bodenbach, in den Vogesen, in Frankreich bei Lyon, in Norwegen u. s. w. gefunden.

Das Gestein hat wegen des geringeren Quarzgehaltes eine geringere Dauerhaftigkeit als der Granit; es läßt sich aber seiner gleichmäßigen Schichtung wegen sehr leicht und meist in ebenflächige Platten spalten und nimmt in frischem Zustande eine gute Politur an. Der Granulit eignet sich daher zur Herstellung von Fensterbänken, Trottoirplatten, Treppenstufen, Tischplatten u. s. w. Auch wird er zur Unterbettung von Chausseen verwendet.

Sein specifisches Gewicht schwankt zwischen 2·576 und 2·668.

---

§ 22. Die Quarzite.

Zu den Quarziten rechnet man den Quarzfels, Itakolumit, Kieselschiefer, Hornstein, Jaspis, Süßwasserquarz.

1. Der Quarzfels (eigentliche Quarzit).

Der Quarzfels besteht aus einer krystallinischen, kleinfeinkörnigen bis dichten und dann grobsplitterigen, häufig sehr deutlich geschichteten, zuweilen sehr sandsteinähnlichen Quarzmasse, welche meistens weiß und grau, aber auch blau, gelb oder durch Eisenoxyd röthlich gefärbt ist.

Der Quarzit bildet den Sand und den Sandstein (vgl. § 34). Erhält das Gestein durch lagenweise eingebettete Glimmerlamellen ein schieferiges Gefüge, so nennt man es Quarzschiefer oder Quarzitschiefer. Die schieferigen Theile zeigen häufig gestreckte parallele Quarzlinsen und Glimmerschuppen. Durch Aufnahme von Glimmer geht der Quarzschiefer in Glimmerschiefer über.

Als zufällige Gemengtheile des Quarzfels sind zu nennen: Glimmer, Feldspath, Hornblende, Granat, Pistacit, Turmalin, Schwefelkies, Magneteisen, Gold u. s. w.

Der Quarzfels bildet gewöhnlich schroffe und zackige Kegel oder scharfe Kämme und tritt zwischen Glimmer-, Chlorit- und Thonschiefergesteinen, in Grauwacke und Granit auf. Man findet ihn im Odenwald, im Taunus, in der Eifel, auf dem Hundsrück, im Harz, im Erzgebirge, in Bayern bei Zwiesel und Bodenmais, Klötzting und Wendelstein, in der Rheinprovinz bei Taben a. d. Saar, in Westphalen bei Haltern unfern Münster, in Hannover und in der Provinz Sachsen, in Schlesien bei Schönbrunn nahe Strehlen, im Beutegrund bei Königswalde u. s. w.

Der Quarzfels besitzt eine fast unverwüstliche Dauerhaftigkeit, eine sehr große Härte, Festigkeit und Zähigkeit. Er ist außerst schwierig zu bearbeiten und wird zu Schleif- und Mühlsteinen, zu Beschotterungen (vorzugsweise zu Decklagen), Pflastersteinen, Treppenstufen, Schalen, Platten, Quadern für Wasserbauten u. s. w., sowie in der Glasfabrikation und Pyrotechnik verwendet. Da er sich mit Mörtel fast gar nicht verbindet, so ist er für Hochbauten nicht recht geeignet.

Das specifische Gewicht liegt zwischen 2·5 und 2·8.

Die Festigkeit, Wasseraufnahme und Härte ist aus Tabelle X (S. 116) zu entnehmen.

2. Itakolumit (Gelenkquarz, biegsamer Sandstein).

Der Itakolumit besteht aus einem feinschieferigen, Gold und Diamanten u. s. w. führenden Gemenge von kleinen Quarzkörnchen und parallel eingebetteten, gestreckten, sich auch oft um die Quarztheile gelenkartig anschmiegenden Schüppchen von Glimmer, Talk, Chlorit und Sericit. Das Gestein, in dünne Platten gebrochen, zeichnet sich oft durch eine elastische Biegsamkeit aus.

Fundorte: Brasilien, Georgia, Süd-Carolina.

3. Kieselschiefer, Lydit.

Der Kieselschiefer bildet eine dichte, sehr harte, unschmelzbare, meist deutlich geschichtete, schwarze, auch graue, gelbliche oder röthliche, zuweilen gebänderte und geflammte Quarzmasse, welche durch Thonerde, Kohlenstoff, Eisenoxyd und Eisenoxydul verunreinigt und häufig von weißen Quarzadern und Quarzschnüren durchzogen ist.

Der Kieselschiefer geht oft in Thon- und Alaunschiefer und in feinkörnigen Quarzschiefer über.

Tabelle X.

Fundstätte	Specifisches Gewicht	Druckfestigkeit in Kilogramm pro 1 cm^2	Größe der Probekörper in Centimeter	Wasseraufnahme (W) in 125 Stunden in Procenten, Härtegrad (H)	Untersuchung ausgeführt
Beutegrund (Kreis Neurode)	2·473	lufttr. = 1445 wasserf. = 1439	6×6×6	W = 2·7, H = 9	Königl. Prüfungsstation Berlin
Katzenklippen an der Osterode-Nordhausener Chaussee	2·62	l = 1023 w = 1069	"	W = 0·91 H = 7—8	"
Wintersberg bei Clausthal	2·59	l = 833 w = 777	"	W = 0·90 H = 6–7	"
Bäckerhai an der Chaussee Clausthal-Rübeland .	2·59 bis 2·61	l = 725 w = 665	"	W = 0·85 H = 6—7	"
Rammelsberg bei Goslar und einige nordische Findlinge	—	l = 1772	—	—	von Kaven

Der sehr dichte, durch reichliche Kohlensubstanzen schwarz gefärbte, dünnschieferige Kieselschiefer mit flachmuscheligem Bruch heißt Lydit oder Probirstein.

Der Kieselschiefer tritt in den Uebergangs-Formationen — besonders in der Silur-Formation — auf und bildet dort häufig mächtige Schichtenfolgen. Er kommt vor in Böhmen (bei Beraun), in Sachsen (bei Freiberg und Nossen), in Thüringen, am Harz (bei Clausthal, Lerbach, Lauterthal), im Fichtelgebirge (bei Hof), in Westphalen, Frankreich, Belgien, England u. s. w.

Das Gestein liefert die besten Schleifsteine für harten Stahl und gute Probirsteine zur Untersuchung von Gold und Silber. Seine Druckfestigkeit fand Winkler im Mittel zu 670 *kg* pro Quadratcentimeter Fläche.

Sein specifisches Gewicht liegt zwischen 2·596 und 2·860.

4. Hornstein (Feuerstein).

Der Hornstein bildet eine krystallinische, anscheinend dichte, kugelige oder tropfsteinartige, rauchgrau oder röthlich und bräunlich gefärbte, harte Quarzmasse, welche einen glattmuscheligen oder ebenen, auch splitterigen Bruch besitzt und matt, durchscheinend und kantendurchscheinend ist.

Man findet die Hornsteine als unregelmäßige Einlagerungen, Knollen und Gänge von geringer Ausbreitung in vielen Kalksteinen und im Rothliegenden, hauptsächlich in Böhmen, Sachsen und am Harz. Der Hornstein besitzt eine große Härte, Dichtigkeit und Festigkeit.

Varietät: der bekannte Feuerstein, ein dichter, wenig bituminöser, knollenförmig in der weißen Kreide lagernder Hornstein.

5. Jaspis.

Der Jaspis, ein thonreicher Hornstein, besteht aus einer hornsteinartigen, dichen, matten, undurchsichtigen, durch Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat roth, aber auch gelb, braun, schwarz oder bunt gefärbten und gestreiften Quarzmasse, welche einen muscheligen Bruch hat. Man unterscheidet: ägyptischen Jaspis oder Nilstein (Nil, Baden), Kugeljaspis (mit ringförmigen Streifungen), Fleckjaspis, Bandjaspis (gestreift); Böhmen, Sachsen, Tirol, Ungarn, Sibirien u. s. w.

Jaspis kommt in großen Massen vorzugsweise in der Grauwacke und mit Grünstein zusammen vor, z. B. am Lake Superior in Nordamerika. Man verwendet ihn zu Tischplatten und einigen architektonischen Arbeiten.

Sein specifisches Gewicht schwankt zwischen 2·58 und 2·7.

6. Der Süßwasserquarz (Mühlsteinquarz, Limnoquarzit).

Der Süßwasserquarz bildet ein meistens stark durchlöchertes und sehr poröses, aber auch höchst feinkörniges und sehr dichtes Quarzgestein von gelblicher, röthlicher, grauer oder blauer Farbe, das häufig Pflanzenabdrücke, Süßwasser- und Landschnecken umschließt und sich also als eine tertiäre Süßwasserbildung darstellt.

Es bildet unregelmäßige Massen zwischen Sand, jüngeren Thon- und Kalksteingebilden und wird vorzugsweise im Walde von Montmorency, bei Meudon und Morly in Frankreich gefunden.

Der Süßwasserquarz liefert ein ganz ausgezeichnetes Material für Mühlsteine, besonders zum Mahlen von Chamotte und Glas, daher sein Name Mühlsteinquarz. Berühmt sind die französischen Süßwasserquarz-Mühlsteine, namentlich die aus La Ferté sous Jouarre (Seine Departement) stammenden.

§ 23. Der Glimmerschiefer.

Der Glimmerschiefer ist ein krystallinisches, deutlich schieferiges, entweder hellgefärbtes (silberweiß, hellgrau oder gelblichgrau) oder dunkelgefärbtes (dunkelbraun oder grünschwarz bis schwarz), lebhaft glänzendes Gemenge von in einzelnen Blättchen oder in zusammenhängenden Häuten auftretendem, hellfarbigem Kaliglimmer (helle Glimmerschiefer) oder auch dunkelfarbigem Magnesiaglimmer (dunkle Glimmerschiefer), noch seltener unschmelzbarem Natronglimmer, Paragonit (Paragonitschiefer) oder Damourit und kleinkörnigem oder flach linsenförmigem, blätterartigem, weißem oder grauem, meist nur auf dem Querbruche wahrnehmbarem und lagenweise zwischen den Glimmerblättchen eingebettetem Quarz.

Meistens herrscht der Glimmer vor und tritt zuweilen in solcher Menge auf, daß ein reines Glimmergestein entsteht Oft aber auch nimmt der Quarzgehalt überhand und es bildet sich der Quarzschiefer. Nach der Menge des Quarzes schwankt der Kieselsäuregehalt zwischen 40 und 82 % (Credner, S. 106). Je nach der Beschaffenheit seiner Gemengtheile erscheint die Structur bei einigen Glimmerschiefern dünn- oder dickschieferig, bei anderen eben- oder krummschieferig, wieder bei anderen wellenförmig-schieferig, auch kurzschieferig, grob- oder feingefältelt u. s. w.

Der Glimmerschiefer ist sehr reich an zufälligen, häufig in schönen Krystallen ausgebildeten Gemengtheilen, von denen hervorzuheben sind: der rothe und braune Granat (sehr selten fehlend), der Turmalin, Cyanit, Feldspath, Talk, Chlorit, Kalkspath, Graphit, Eisenglimmer und die Hornblende, ferner auch Magneteisenerz, Schwefelkies und Gold.

Wechseln dünnschieferige Glimmerlamellen mit Quarzlagen ab, so entsteht der Lagenglimmerschiefer; vertritt Graphit

den Glimmer, so bildet sich Graphitschiefer; wird Glimmer zum Theil oder ganz von Kalk und Talk oder von Kalk und Chlorit oder von Kalk und Thonschiefer vertreten, so entstehen Kalktalkschiefer, Kalkchloritschiefer, Kalkthonschiefer. Zeigt sich in größerer Menge Chlorit, so nennt man das Gebilde Chloritschiefer; ebenso ergiebt sich durch Zunahme von Talk, Turmalin, Kalkspath, Hornblende, Eisenglimmer u. s. w. Talkschiefer, Turmalinschiefer, Kalkglimmerschiefer (ein mit Quarz durchzogener und Glimmerblättchen lagenweise enthaltender krystallinischer Kalk), Hornblendeschiefer, Eisenglimmerschiefer. Bei Aufnahme von Feldspath (Orthoklas) entsteht Gneißglimmerschiefer. Bei linearer Streckung der Bestandtheile und zarter, paralleler Fältelung der Glimmerblättchen auf den Spaltungsflächen nennt man das Gebilde Faltenglimmerschiefer, Wulstglimmerschiefer u. s. w. Enthält das Gemenge Concretionen, die aus ihm hervortreten, so bezeichnet man es mit Garbenschiefer, wenn diese Concretionen eine büschel- oder garbenförmige Gestalt besitzen, und mit Fruchtschiefer, wenn sie getreidekorn ähnlich gebildet sind.*)

Der Glimmerschiefer ist sehr verbreitet; er bildet das Hauptgestein der Urschiefer-Formation und lagert im Allgemeinen auf granitischem Untergrunde, über Gneiß und mit diesem zusammen. Er kommt vor in mantelförmigen Kuppen, Gehängen und Bergkegeln und erreicht eine Mächtigkeit bis zu 6000 *m*. Fundorte: Thüringerwald, Erzgebirge, Riesengebirge (Grafschaft Glatz), Böhmerwald, Centralalpen, Sudeten, Fichtelgebirge, Odenwald, Schwarzwald, Schweden und Norwegen, Schottland, Ural, Himalaya, Cordilleren u. s. w.

*) Hauenschild rechnet diese Gesteine zu den Abarten des Phyllit. (Siehe: „Die natürlichen Bausteine" S. 103.)

Die an Concretionen reichen krystallinischen Schiefergesteine treten besonders auf: bei Hradec in Böhmen, Wesenstein a. d. Elbe, Lengenfels, Wechselburg, Waldenburg, Treuen in Sachsen und im Val d'Astau in den Pyrenäen.

Die quarzreichen Varietäten des Glimmerschiefers sind äußerst dauerhaft, weniger die glimmerreichen; die mit größeren Mengen Schwefelkies behafteten verwittern sehr leicht. Der Glimmerschiefer besitzt eine hohe Widerstandskraft gegen die Einwirkung des Feuers und eignet sich daher ganz vorzüglich zu Feuerungsanlagen; aus quarzreichem Glimmerschiefer wird z. B. häufig der Schmelzraum in den Eisenschmelzöfen gefertigt (Gestellstein). Quarzreicher Glimmerschiefer wird auch als Bruchstein nnd Pflasterstein, zu Trottoir- und Fußbodenplatten benutzt, ferner, weil er sich seiner schieferigen Structur wegen leicht in dünne Tafeln spalten läßt, zu Dacheindeckungen.

Seine Druckfestigkeit beträgt nach Winkler durchschnittlich 830 *kg*, nach des Verfassers Ermittelung 880 *kg* pro 1 cm^2 Querschnittsfläche. Die Druckfestigkeit des Glimmerschiefers vom St. Gotthardtunnel, 400 *m* vom Südportale, fand Bauschinger $\perp$ zu 1040 *kg*, $\parallel$ zu 780 *kg* und die Biegungsfestigkeit $\perp$ zu 256 *kg* pro 1 cm^2 Fläche.

---

§ 24. Der Talkschiefer; Topfstein.

Der Talkschiefer bildet ein deutlich geschichtetes, dünn, oder dickschieferiges, unrein weißes, grünlichgraues bis ölgrünes perlmutterglänzendes, fett und weich anzufühlendes Gestein aus blätterigen oder schuppigen Talkmassen, in welchen häufig Quarz und Feldspath eingebettet sind. Als zufällige Bestandtheile führt das Gestein vornehmlich Glimmer, Granat,

Magneteisen, Schwefelkies, Turmalin, Staurolith, Asbest, Gold u. s. w.

Der Talkschiefer geht in Chloritschiefer, zum Theil auch in Thonschiefer über. Er bildet ganze Bergmassen oder auch Gänge und Lager im Gebiete des Gneiß, Glimmerschiefers und Ur-Thonschiefers und wird gefunden am Montblanc, Mont Rosa, in den Kärntner und Zillerthaler Alpen, im Fichtelgebirge (bei Hof), in Schlesien (am Altvater), im Erzgebirge, in Ungarn, in den Apenninen, auf Corsica und Elba, am Ural, in Brasilien (Lagerstätte der Topase) u. s. w. Der Talkschiefer ist gewöhnlich mit Chlorit- und Glimmerschiefer vergesellschaftet.

Wegen seiner Weichheit ist das Gestein zu Hausteinen nicht gut verwendbar, man benutzt es aber, weil es wetterbeständig ist, hie und da als Bruchstein.

Der Topfstein (Lavezstein), welcher eine Uebergangsstufe vom Talkschiefer zum Chloritschiefer bildet, ist ein grünlichgraues, mit Talk- und Chloritschuppen und mit Asbest innig vermischtes, sehr zähes, jedoch mit dem Messer leicht zu bearbeitendes und äußerst feuerbeständiges, vollständig unschmelzbares Taltschiefergestein. Man findet den Topfstein mit Chlorit- und Talkschiefer vergesellschaftet bei Erlendorf in Bayern, bei Chiavenna und im Engadin in den Alpen, bei Trondhjem in Norwegen, bei Boston in Massachusetts u. s. w.

Der Topfstein bildet einen ganz ausgezeichneten Gestellstein für Hochöfen.

Das specifische Gewicht des Talkschiefers schwankt zwischen 2·768 und 3·020; die Härte ist 1 bis 2.

§ 25. Der Chloritschiefer.

Der Chloritschiefer ist ein schuppig-dünnschieferiges, meist sehr ebenflächig geschichtetes, ziemlich spaltbares, weiches, lauchgrünes oder schwärzlichgrünes, fettig aussehendes Gemenge aus vorherrschenden Chloritschuppen mit geringen Mengen fein vertheilten oder in Linsen und Lamellen auftretenden Quarzes und häufig auch mit etwas Feldspath.

Das Gemenge enthält als zufällige Bestandtheile besonders Magneteisen, Magnesit, Granat, Turmalin und Gold, bildet Uebergänge in Talk-, Glimmer- und Thonschiefer und erhält durch Zunahme seines Feldspathbestandtheiles einen gneißartigen Charakter.

Der Chloritschiefer wird im Glimmerschiefergebirge gefunden und kommt vor in den Centralalpen (Mont Rosa, Großglockner, St. Gotthard, mit Magnesit), in den Ardennen, (Rimogne), im Zillerthale (mit Magneteisen und Magnesit), in Schlesien und Mähren, am Ural (bei Katharinenburg, mit Turmalin) u. s. w.

Der Chloritschiefer ist gewöhnlich wetterbeständig und wird dann als Baustein verwendet. Das Rimogner Gestein liefert vorzüglich haltbaren, grüngrauen und im Allgemeinen farbenbeständigen Dachschiefer. — Nicht wetterfeste Chloritschiefer werden heller und zerfallen endlich in eine eisenhaltige Lehmerde.

Die Druckfestigkeit fand Winkler zu durchschnittlich 760 *kg* pro Quadratcentimeter.

Das specifische Gewicht beträgt 2·7, die Härte 1 bis 1·5.

§ 26. Der Hornblendefels und der Hornblendeschiefer (Amphibolschiefer).

Der **Hornblendefels** stellt ein krystallinisch-körniges Gemenge dar von gemeiner, schwarzer, seltener dunkelgrüner, körniger oder kurzstengeliger, regellos gelagerter Hornblende, häufig mit etwas Quarz und dunklem Glimmer, auch Oligoklas vermischt. Als zufällige Gemengtheile führt der Fels namentlich Granat, Magneteisen, Schwefelkies und Pistacit. Er geht bei reichlicher Zunahme des Feldspaths in Diorit über.

Fundorte: Böhmen (Kupferberg, Joachimsthal, Petschau u. s. w.), Sachsen, Fichtelgebirge, Pyrenäen u. s. w.

Der **Hornblendeschiefer** ist ein gewöhnlich dickschieferiges, deutlich geschichtetes, aus mehr oder minder parallel gelagerter, faserig-stengeliger Hornblende bestehendes, meist dieselben Nebenbestandtheile wie der Hornblendefels enthaltendes Gestein. Führt es reichlich Feldspath, so ist es leicht mit Diorit zu verwechseln.

Der Hornblendeschiefer bildet den Uebergang einerseits in Dioritschiefer, andererseits in Syenit. Man findet ihn in Stöcken und untergeordneten Lagern im Gebiete des Gneiß, des Glimmer-, Chlorit- und Ur-Thonschiefers im Erzgebirge, im nördlichen Böhmerwald, bei Kuttenberg, Plan und Neumark in Böhmen, bei Melk a. d. Donau, in den Sudeten, in Siebenbürgen, bei Rudolstadt in Schlesien, in Miltiz bei Meißen, bei Ehrenberg im Thüringerwald, in der Tauernkette Tirols, bei Trondhjem in Norwegen, in Schottland u. s. w.

Eine Varietät desselben ist der **Strahlstein-** oder **Aktinolithschiefer,** ein dickschieferiges, gras- bis lauchgrünes Gestein mit dünnstengeligen oder faserigen Aktinolithnadeln.

Fundorte: Tirol (Klausen), Alpen (Savoyen), Ungarn (Zipser Comitat), Schottland, Massachusetts u. s. w.

Der Hornblendefels findet Verwendung als Decorationsstein, namentlich wenn er Kalkspathadern einschließt. Aus dem Hornblendeschiefer stellt man Trottoir- und Flurplatten, Treppenstufen und Dachschiefersteine her, letztere besonders aus dem norwegischen, dünnschieferigen Gestein.

Specifisches Gewicht des Hornblendeschiefer: 2·909 bis 3·153; Härte: 5 bis 6.

Druckfestigkeit des Hornblendeschiefer (nach Winkler) durchschnittlich 740 *kg* pro Quadratcentimeter Fläche.

---

§ 27. Der Thonglimmerschiefer (Ur-Thonschiefer, Phyllit).

Der Thonglimmerschiefer ist ein höchst schieferiges und spaltbares, kryptokrystallinisches oder auch deutlich feinkörniges, meist dunkelgrau, jedoch auch grünlich und schwärzlichblau, seltener weiß, violett und roth gefärbtes, auf seinen Spaltungsflächen seidenartig, perlmutterartig, auch halbmetallisch glänzendes und zuweilen parallel gefälteltes Gemenge aus höchst feinen, mitunter parallel gestellten Glimmertheilchen mit etwas Quarz, Chlorit und Feldspath.

Der Phyllit bildet Uebergänge in Glimmerschiefer und in Thonschiefer. Oft enthält er Magneteisen, Rotheisenstein und Schwefelkies; er ist reich an zufälligen Gemengtheilen, von denen der Chiastolith, Staurolith, Ottrelith, Granat und Turmalin hervorzuheben sind.

Varietäten: der dichte und dunkle Chiastolithschiefer mit sehr vielen säulenförmigen Chiastolith- oder Hohlspath-Krystallen, der glimmerreiche Staurolithschiefer mit kleinen,

gras-, lauch- oder schwärzlich-grünen, sechsseitigen Ottrelith-blättchen, der sehr krystallinische Knoten- und Fleckschiefer mit dunklen Concretionen von hirsekorngroßen Knoten oder runden, auch länglichen Flecken.

Zu erwähnen ist noch der seidenartig glänzende, gelbweiße bis dunkelgrüne Sericitschiefer, welcher statt des Glimmers Sericit führt und den Uebergang vom Glimmerschiefer zum Thonschiefer bildet.

Der Thonglimmerschiefer kommt im krystallinischen Schiefergebirge meistens mit Gneiß, Glimmer- und Chlorit-schiefer in Verband und Wechsellagerung, auch als Unterlage des Uebergangsgebirges (Uebergangs-Thonschiefer) mit Grau-wacke und an der Grenze der krystallinischen Massengesteine (metamorphischer Schiefer) in weiter Verbreitung vor.

Chiastolithschiefer wird im Fichtelgebirge bei Gefrees, im sächsischen Vogtlande, in der Bretagne und in den Pyrenäen gefunden, der Staurolithschiefer in den Pyrenäen und in Tennessee, der Ottrelithschiefer in Bayern, in den Ardennen und in Massachusetts, der Fleck- und Knotenschiefer in Wesenstein und Treuen im Erzgebirge, bei Lengenfeld in Sachsen, und der Sericitschiefer im Taunus, im Harz in den Alpen (St. Gotthardt), bei Murau in Steiermark u. s. w.

Man verwendet den Phyllit zu Tischplatten, Billardtafeln, Fußbodenbelägen, Kamineinfassungen und zu Dacheindeckungen (französischer Schiefer von Angers, belgischer und schottischer Schiefer), ferner lackirt als Marmor-Imitation.

Das specifische Gewicht des Thonschiefers beträgt 2·67 bis 3·5, die Härte ist 1 bis 2.

Der Kieselsäuregehalt schwankt zwischen 45 und 74 %.

II. Die Versteinerungen führenden geschichteten Gesteine.

Die geschichteten Gesteine, welche Spuren organischen Lebens (Versteinerungen von Thieren, Abdrücken von Pflanzen) enthalten, sind aus den Trümmern mechanisch zerkleinerter, verwitterter und zersetzter Massengesteine entstanden, welche sich im Wasser ablagerten und allmählich wieder zu einem festen Steine verbanden.

Sie zeigen daher sämmtlich eine mehr oder weniger deutliche Schichtung, die häufig durch spätere Hebungen und Senkungen aus ihrer ursprünglich horizontalen Lage gebracht ist. Diese Sedimentgesteine bestehen vorzugsweise aus Kiesel- und Thonerde, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd u. s. w. und umfassen den größten Theil der Thonschiefergesteine, die Kalksteine, die Dolomite, die Mergelgebilde und die Sandsteine.

Ihre Härte ist eine sehr verschiedene.

---

§ 28. Der Thonschiefer.

Der durch Ablagerung im Wasser und spätere Erhärtung entstandene gewöhnliche Thonschiefer bildet einerseits den Uebergang in den krystallinischen, zu den primitiven Gesteinen zählenden Glimmerschiefer, andererseits in den sedimentären oder rein klastischen, zu den secundären Gebilden rechnenden Grauwackenschiefer. Man kann daher den gewöhnlichen Thonschiefer zu den primitiven oder zu den secundären Gesteinen rechnen. Er gehört zu den klastischen Gesteinen, d. h. zu den aus Theilen mechanisch zerkleinerter, älterer Gesteine entstandenen Trümmergesteinen, doch ist er nicht rein klastischen sondern theilweise krystallinischen Ursprungs, weil er neben den staubförmigen Bruchstücken älterer, zerstörter Gesteine,

häufig ursprünglich ausgeschiedene, mikroskopisch kleine krystallinische Bestandtheile enthält.

Von dem Ur-Thonschiefer unterscheidet sich der Uebergangs-Thonschiefer im Allgemeinen durch einen schwächeren Glanz, durch ein mattes, schimmerndes Aussehen auf den Spaltungsflächen und durch eine mehr graue und schwarze Farbe, doch sind diese Merkmale nicht immer zuverlässig und ist die Grenze zwischen beiden häufig ganz verwischt.

Der Thonschiefer ist ein vollkommen dichtes, wenig hartes, ausgezeichnet schieferiges, meist graues oder durch geringen Gehalt von fein vertheilter Kohle schwarz, auch durch chloritische(?) Beimengungen grün oder durch Eisenoxyd gelb und roth gefärbtes Thongestein mit mikrokrystallinischen, gelblich-braunen, der ursprünglichen Schieferungsebene parallel gelagerten Nädelchen, welche aus Hornblende zu bestehen scheinen, ferner mit gelblichen oder grünlichen Glimmerschüppchen, Kalkspathschüppchen und ovalen oder rundlichen, staubförmigen Quarzkörnchen mit zahlreichen Flüssigkeitseinschlüssen.

Der Thonschiefer ist im Querbruche matt und homogen, dem Anscheine nach nicht krystallinisch und auf seinen Spaltungsflächen schimmernd, perlmutterglänzend, seidenglänzend, bei reichlichem Glimmergehalt auch halbmetallglänzend.

Viele Thonschiefer besitzen Eisenoxyd, Manganoxyd und Kohlenstoff und in Nestern, Trümmern und Schnüren krystallinischen Quarz. Zuweilen ist ihr Gehalt an Eisen so groß, daß sie als Eisensteine Verwerthung finden können. Einige Thonschiefer sind angefüllt mit vielen, äußerst kleinen Feldspathkörnchen, andere sind imprägnirt mit kohlensaurem Kalk, wieder andere enthalten Schwefelkieskrystalle und Concretionen u. s. w.

Die Schieferung kann sehr verschieden sein: sehr dick oder sehr dünn, eben oder krumm, mit der Schichtung parallel

laufend oder mit der ursprünglichen Ablagerungsfläche einen größeren oder kleineren Winkel bildend (falsche oder transversale Schieferung).

An zufälligen Gemengtheilen ist der Thonschiefer im Vergleich zum krystallinischen Ur-Thonschiefer nicht sehr reich; sehr häufig jedoch führt er in seinen Spalten Erze.

Aus einer größeren Anzahl von Analysen ergiebt sich als durchschnittliche chemische Zusammensetzung des Thonschiefers nach Credner (a. a. O. S. 117) folgende: Kieselsäure 59·0, Thonerde 20·0, Eisenoxyd und Eisenoxydul 7·4, Magnesia 2·8, Kalkerde 1·6, Kali 3·5, Natron 1·1, Glühverlust (Bitumen und Wasser) 4·0.

Man unterscheidet:

1. Den gemeinen Thonschiefer. Derselbe hat meistens eine unebene Schieferung, ist reich an accessorischen Bestandtheilen und führt Quarzwülste. Die ältesten Lagen sind ohne Versteinerungen und bilden den Uebergang zu den krystallinischen Schiefergesteinen. Hauptverwendung als Bruchstein. (Zu Quadersteinen nicht zu verarbeiten.)

2. Den Grauwackenschiefer. Er bildet den Uebergang vom gemeinen Thonschiefer zum Grauwackensandstein durch Zunahme des Quarzbestandtheiles, ist äußerst feinkörnig bis dicht und theilweise eine glimmerreiche, theilweise eine schieferige Grauwacken-Varietät. Verwendung wie beim vorigen.

3. Den Dachschiefer. Das Gestein ist leicht in dünne, glatte, große Tafeln spaltbar, sehr ebenschieferig, von grauer Farbe, mit gleichmäßigem Korn. Hauptverwendung zu Dacheindeckungen.

4. Den Tafelschiefer. Derselbe ist auch leicht in dünne oder dicke und glatte Tafeln zu spalten und sehr ebenschieferig, aber von schwarzer Farbe und meist reich an Kalkgehalt. Hauptverwendung der dünnen Tafeln zu Schultafeln,

auf welchen sich die mit langspaltigem Thonschiefer (Griffel) ausgeführte Schrift gut abhebt, der dickeren Tafeln zu Tischplatten, Fußbodenplatten u. s. w. (Zu Dacheindeckungen weniger geeignet).

5. Der Griffelschiefer. Ein weicher, reiner Schiefer mit zwei, sich einander durchschneidenden Schieferungsebenen — einer gewöhnlichen und einer transversalen —, so daß er sich leicht in lange, dünne Stengelchen spalten läßt. Hauptverwendung zu Griffeln für Schiefertafeln.

6. Der Wetzschiefer. Er ist sehr hart (Härte = 4 bis 5), äußerst feinkörnig, sehr reich an Quarzkörnern, meist gelblichweiß oder grünlich-weiß, aber auch grünlich-grau gefärbt. Hauptverwendung zu Schleif- und Wetzsteinen.

7. Der Zeichenschiefer. Ein sehr weicher, stark kohlen- oder graphithaltiger, feinerdiger, schwarzer, abfärbender Thonschiefer, der als schwarze Kreide von den Malern benutzt wird.

8. Der Alaunschiefer. Derselbe ist schwarz, mit Kohle und Schwefelkies reichlich durchsetzt. Er verwittert an der Luft sehr leicht und zeigt dann einen weißen Salzbeschlag, welcher von dem bei der Verwitterung des Schwefelkies sich bildenden Alaun herrührt. Er dient zur Fabrikation des Alaun.

Zu erwähnen sind noch die mit zahlreichen versteinerten Zweischalern (Posidonomyen), mit Schalenkrebsen (Cypridinen) u. s. w. erfüllten Posidonomyenschiefer, Cypridinenschiefer, Orthocerasschiefer, Graptolithenschiefer u. s. w. und der Kohlenschiefer oder Schieferthon, welcher als steter Begleiter der Stein- und Braunkohle auftritt und zuweilen so reich an kohligen und bituminösen Stoffen ist, daß man ihn als Brennmaterial verwenden kann (Brandschiefer).

Der Thonschiefer kommt vorzugsweise in der Silur- und Devon-Formation vor, zum Theil auch noch in der Stein-

kohlen-Formation und ausnahmsweise in jüngeren Formationen bis herauf zur eocänen. Zu den Thonschiefergesteinen der Uebergangs-Formation gehören der Griffel-, Wetz- und Alaunschiefer und andere, gelb, grün, röthlichbraun, roth und violett gefärbte Thonschiefer, zu denen der Steinkohlen-Formation vorzugsweise die schwarz gefärbten, häufig organische Ueberreste enthaltenden, z. B. der Alaunschiefer und Posidonomyenschiefer, und an der obersten Grenze dieser Formation der äußerst bituminöse, pechschwarze, mergelige Brandschiefer. Zu den Gesteinen der jüngeren Formation gehören meist schwarze und bituminöse Schiefer, z. B. der von Vrem und Voloska in Istrien (Kreide-Formation) und der von Glarus (eocäne Formation).

Bemerkenswerthe Fundstätten:

a) Für den gemeinen Thonschiefer: fast alle Grauwackengebirge.

b) Für den Grauwackenschiefer desgleichen.

c) Für den Dach- und Tafelschiefer in Deutschland: bei St. Goar, Rüdesheim, Oberwesel und Andernach am Rhein, bei Trier, bei Siegen und Nutlar a. d. Ruhr, bei Weilenmünster und Steinmünster am Taunus, bei Lehesten, Probstzella, Kolditz und Schwarzburg in Thüringen, bei Goslar und im Rübeland im Harz, bei Wurzbach, Sonneberg, Meiningen, Erfurt in Sachsen, bei Liegnitz in Schlesien, im Fichtelgebirge, zwischen Hof und Plauen, bei Ludwigsstadt in Oberfranken, Waldsassen in der Oberpfalz, bei Caub und Dillenburg in Nassau, bei Reitstein an der Mosel, auf der rauhen Alb in Württemberg u. s. w.; in Oesterreich-Ungarn: zwischen Olmütz und Troppau bei Dorfteschen, Dürstenhof, Wald-Obersdorf u. s. w., bei Marienthal in Ungarn (Leiastafelschiefer) u. s. w.; in Frankreich: bei Angers, Charlesville, Anjou, Grenoble u. s. w.; in der

Schweiz: in Glarus, Graubünden und Tirol; in England: in Port Madoc, Festiniog, Port Penrhyn, Carnarvon, Llanberris und Bangor in Nord-Wales und in Wallis, Cornwall u. s. w.; in Italien: bei Lavagna; in Portugal: bei Vallongo, Teljado, Soalho und Bihar u. s. w.*)

d) Für den Griffelschiefer: Steinheide, Hasenthal, Sonneberg und Gräfenthal in Thüringen, Knobelsdorf im Fürstenthum Schwarzburg-Rudolstadt.

e) Für den Wetzschiefer: Katzhütte in Thüringen, Zorge und Lautenthal im Harz, Ottrez am Rhein, Borius-grün im Fichtelgebirge, Vieil Salm in den Ardennen, Kleinasien, Persien, Canada.

f) Für den Zeichenschiefer: Haselbach im Thüringerwald, Ludwigsstadt im Fichtelgebirge, Spanien.

g) Für den Alaunschiefer: Gräfenthal und Sonneberg in Thüringen, Reichenbach im Vogtlande, Harz.

h) Für den Orthoceras- und Cypridinenschiefer: Nassau.

Das specifische Gewicht des Thonschiefers schwankt zwischen 2·67 und 3·5.

Die Härte ist verschieden, bis 3. Der Porositätscoëfficient beträgt beim rheinischen Dachschiefer 0·15, beim französischen 0·045, beim englischen (rothen) 0·11 und kann im Mittel zu 0·12 angenommen werden. Bei 1^0 Temperatur-

*) Berühmt sind die Schieferbrüche der Welsh Slate Company, Cromorthin Slate Company, Penrhyn Slate Company (2000 bis 3000 Arbeiter; 200 bis 300 Tonnen fertigen Schiefer pro Tag; ganze Höhe der 11 Etagen, aus denen der Schieferbruch besteht, gegen 180 Meter) u. s. w. — sämmtlich in Nord-Wales, ferner die in Angers und Charlesville in Frankreich, die des rheinischen Schiefergebirges, besonders die zu Riveris und Casel zu Lehesten, Gräfenthal in Thüringen, Goslar am Harz u. s. w.

erhöhung dehnt sich der Thonschiefer um 0·00005 seines Volumens aus. Sein Wärmeleitungsvermögen ist ein ziemlich hohes (vgl. Band II.).

Die Druckfestigkeit u. s. w. ist aus Tabelle XI (S. 134) ersichtlich.

Die zweckmäßigste Verwendung der einzelnen Schiefergesteine ist im Vorhergehenden bereits besprochen worden; es erübrigt noch die Kennzeichen eines guten und brauchbaren Dachschiefers anzuführen, dessen Dauerhaftigkeit — wie alte Kirchendächer beweisen — mehrere Jahrhunderte betragen kann. Zeichen einer guten Qualität sind:

1. Dunkle Farbe und möglichste Farbenbeständigkeit (leicht verwitternde Thonschiefer werden bald hellgrau, selbst weiß).

2. Vollkommene Glattschieferigkeit und möglichst dichter Querbruch.

3. Leichte Spaltbarkeit in dünne, durchaus ebene Tafeln.

4. Leichte Bohrung (der Festnagelung wegen).

5. Heller Klang beim Anschlagen mit einem Hammer, sonst enthält der Schiefer Haarrisse, in welche das Wasser dringt, das bei seinem Gefrieren den Schiefer zersprengt.

6. Wasserundurchlässigkeit. Poröse Schiefer nehmen Wasser in sich auf und leiden durch den Frost. Die Größe der Porosität wird durch Experiment bestimmt, z. B. wie folgt: man erwärmt den Schiefer bis auf etwa 100° C. und trocknet ihn so lange aus, bis ein Gewichtsverlust nicht mehr wahrzunehmen ist. Hierauf wiegt man den Schiefer und legt ihn dann in heißes Wasser. Nachdem dasselbe erkaltet ist und der Schiefer in ihm mehrere Stunden gelegen hat, nimmt man ihn heraus, läßt ihn gehörig abtropfen und wiegt ihn

Tabelle XI.

Fundstätte	Specifisches Gewicht	Druckfestigkeit in Kilogramm pro 1 cm^2	Größe der Probekörper in Centimeter	Wasseraufnahme (W) in 125 Stunden in Procenten, Härtegrad (H)	Untersuchung ausgeführt
Nassau (Schiefer-Actien-Verein zu Frankfurt a. M.)	2·9	{lufttrocken = 939 {wassersatt = 828}	6×6×6	W = 0·7	Kgl. Prüfungsstation Berlin
Hörre-Raumländer Brüche (blaugrau)	2·736	⊥ 1 = 946 und w = 953, ‖ 1 = 628 (Biegungsfestigkeit ⊥ 323, ‖ 433; Zugfestigkeit 1 = 201, ausgefroren = 169 bis 178)	"	W = 0·54 H = 3	"
Grauwackenschiefer . . .	—	1 = 440	—	—	Winkler

von neuem. Aus der Gewichtszunahme ergiebt sich zunächst das Gewicht der in den Poren sitzenden Wassermenge, aus diesem das Volumen der letzteren und hieraus die Größe des Porenraumes, die meist durch Procente ausgedrückt wird. Verliert der Schiefer beim Kochen in Wasser seinen Zusammenhang, so ist er für Bauzwecke völlig unbrauchbar. (Siehe auch Band II d. W. „Prüfung der Porosität".)

7. Keine Festigkeitsabnahme wenn der Schiefer in einem verschlossenen Glase über Schwefelsäure aufgehangen und den Dämpfen derselben ausgesetzt ist (Prüfungsmethode von Fresenius.)

Der Dachschiefer soll möglichst wenig, am besten gar keinen Schwefelkies, kohlensauren Kalk, Manganoxydul oder Eisenoxydul enthalten, soll möglichst frei sein von eingesprengten Quarzkörnern und nicht zu viele Kohlentheile besitzen, weil alle diese Bestandtheile seine Güte sehr beeinträchtigen, seine Dauerhaftigkeit wesentlich vermindern. Besitzt er kohlensauren Kalk, so braust er mit Säuren auf; enthält er Schwefelkies, so entsteht bei seinem Glühen zwischen Kohlen ein stechender Geruch nach schwefeliger Säure; ist in ihm ein größerer Eisengehalt, so wird er in Säuren stark entfärbt; führt er viel Kohle, so vermindert sich durch Glühen mit Salpeter sein Gewicht, weil ein Theil der Kohle verbrennt (verpufft).

Schiefergesteine, welche mit ihrem Querbruche anstehen, sind häufig bis zu großer Tiefe verwittert, während sie am Hauptbruche sich oft durch große Dauerhaftigkeit auszeichnen.

---

§ 29. Die Kalksteine.

Der hauptsächlich aus kohlensaurem Kalk bestehende, sich in reinem Zustande in concentrirten Säuren leicht und unter lebhafter Entwickelung von Kohlensäure auflösende, Kalkstein führt häufig statt eines Theiles der Kalkerde kohlensaure Magnesia, kohlensaures Eisenoxydul und Manganoxydul und ist meist durch Thon, Kieselsäure (in Form von Hornstein), Eisenoxyd, Eisenoxydhydrat, Kupferoxyd, Sand, Kohle, bituminöse Bestandtheile verunreinigt. Kalkstein besitzt, mit alleiniger Ausnahme der Kreide, eine krystallinische Structur. Sind die Kalkspathkörner noch mit unbewaffnetem Auge deutlich von einander zu unterscheiden, so ist das Gestein körniger Kalkstein, sind sie nur unter der Lupe oder unter dem Mikroskop sichtbar, so ist er dichter Kalkstein.

Die Farbe des nur aus kohlensaurem Kalk bestehenden Kalksteines ist weiß. Die unreinen Kalksteine, welche durch Beimengungen von Oxyden gefärbt sind, erscheinen grau oder gelblich, röthlich, bräunlich bis schwärzlich, ferner auch — und besonders bei den Marmorarten — bunt, gefleckt, geadert, gestreift, geflammt, wolkig. Der Kalkstein wird durch kohlensaures Eisenoxydul und kohlensaures Manganoxydul gelblich bis bräunlich, durch Kohle oder Bitumen grau, bläulich bis schwarz, durch Chlorit, Augit oder Serpentin grün gefärbt. Mit Rücksicht auf das Gefüge unterscheidet man folgende Varietäten:

I. Der körnige Kalkstein (Urkalkstein, echte Marmor).

Der Urkalkstein ist ein grob-, fein- oder kleinkörnig-krystallinisches, gewöhnlich reinweißes, aber auch hellgraues, bläuliches, hellgelbes, hellröthliches oder schwärzliches, häufig auch buntes, mit dunkelfarbigen Aderungen, Flecken und Wolken erscheinendes, an den Kanten durchscheinendes bis

undurchsichtiges, glänzendes und bei Vorhandensein feiner Talkschüppchen schimmerndes Gestein, das reich ist an zufälligen Bestandtheilen, z. B. an Glimmer, Talk, Hornblende, Granat, Quarz, Feldspath, Flußspath, Apatit, Asbest, Magneteisen, Schwefelkies, Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies, Graphit u. s. w.

Bei Ueberhandnehmen des Glimmers erhält der Kalkstein eine schieferige Structur und geht dann in Kalkglimmerschiefer über. Nimmt er größere Mengen Hornblende auf, so entsteht aus ihm der Hornblendeschiefer, Talk so der Kalktalkschiefer, edlen Serpentin so der Ophicalcit (siehe § 15).

Zuweilen ist beim körnigen Kalkstein eine Schichtung deutlich wahrnehmbar, meistens jedoch ist das Gestein, das noch den reinsten kohlensauren Kalk darstellt, ein massiges. Eine scharfe Grenze zwischen dem körnigen Kalkstein und dem dichten, aus welchem sich der erstere häufig durch Umwandlung gebildet hat, ist sehr schwer zu ziehen.

Der Urkalkstein bildet regelmäßige Lager oder unregelmäßige Gänge und Stöcke von sehr verschiedener Ausdehnung, namentlich in der Urgneiß-Formation, in welcher der älteste Kalkstein lagert, ferner im krystallinischen Schiefergebirge, in dem sich besonders der hellgefärbte, weiße Kalkstein mit sehr krystallinischer Structur vorfindet, im Uebergangs-Thonschiefer, welcher hellgrauen bis dunkelgrauen, feinkörnigen bis dichten Kalkstein führt, und auch in jüngeren Formationen der Erdrinde, z. B. in der Juraformation, aus welcher z. B. der carrarische Marmor stammt.

Der krystallinisch-körnige Kalk führt den besonderen Namen Marmor, doch ist zu bemerken, daß auch der Uebergangskalk Marmorsteine liefert. Dieses Gestein, das sich

mit dem Meißel und Hammer leicht bearbeiten, feilen, bohren und zersägen läßt (mittelst Sägeblätter von weichem Eisen ohne Zähne und mit Hilfe von Quarzsand und Wasser), das eine ganz vorzügliche Politur annimmt und so elastisch ist, daß man es selbst zu langen Balken verwenden kann, liefert das vornehmste Material für Werke der Bildhauerkunst und der Architektur, das schon von den alten Aegyptern, Phöniziern, Hebräern u. s. w. im grauesten Alterthume zu großen Quadern behauen, zu dünnen Platten zerschnitten, zu Säulen und Statuen, Vasen und Schalen u. s. w. verarbeitet wurde.

Man kann den Marmor eintheilen in Statuenmarmor, zu welchem die meist reinweißen, aus fast chemisch reinem, kohlensaurem Kalk bestehenden, die feinste Bearbeitung gestattenden, zu den krystallinisch-körnigen Kalksteinen gehörenden Marmorsorten gerechnet werden, und in Architekturmarmor, zu dem die mehr oder minder verunreinigten, weniger werthvollen, bunten und marmorirten, hauptsächlich dem Uebergangskalk zuzurechnenden Sorten gehören. Ferner unterscheidet man den antiken Marmor, dessen Steinbrüche vorzugsweise nur im Alterthume benutzt wurden und zum größeren Theile nicht wieder aufgefunden worden sind, von dem modernen Marmor, welcher noch jetzt gebrochen und verarbeitet wird.

Zu den antiken Marmorsorten gehören:

1. Der salische Marmor mit grobem, durchscheinendem, weißem Korn.

2. Der pentelische Marmor, vom Pentelikon in der Landschaft Attika (daher auch attischer Marmor genannt), mit feinem, weißem, bläulich schimmerndem Korn und häufig mit grünlichen Thonadern durchzogen. Aus diesem, sehr leicht zu bearbeitendem Stein bestehen z. B. fast alle Kunst- und

Prachtbauten zu Athen (Parthenon mit seinen Bildsäulen u. s. w.).

3. Der hymettische Marmor, vom Hymettus in Attika, mit etwas gröberem, weißlich-grauem Korn. Bekanntere Kunstwerke: Statue des Meleager in den Tuilerien, Aphrodite in der Münchener Glyptothek u. s. w.

4. Der parische Marmor (ein dolomitischer Marmor), mit feinem, gelblich-weißem Korn und sehr durchscheinendem, lebhaft glänzendem Gefüge. Aus diesem berühmtesten antiken Marmor sind z. B. hergestellt die mediceische Venus, die Diana als Jägerin u. s. w.

5. Der thasische Marmor, von der Insel Thasos im ägäischen Meere.

6. Der prokonnensische Marmor von der Propontis (Marmora-Meer), dem parischen Marmor an Güte am nächsten kommend.

7. Der arabische Marmor, ein herrlich weißer, dem parischen Marmor an edlen Eigenschaften gleichkommender Marmor.

8. Der Marmor von Chios, der hauptsächlich in großen Blöcken mannigfachste Verwendung bei den alten Völkern fand.

9. Der Grechetto von Sicilien, ein schneeweißer und polirt lebhaft glänzender Marmor, aus welchem nach der Meinung einiger Kunstkenner der herrliche Apollo vom Belvedere gemeißelt sein soll. Nach der Ansicht anderer jedoch soll dieses berühmte Kunstwerk aus dem lunischen Marmor bestehen, aus welchem z. B. der Antinous vom Kapitol hergestellt wurde.

10. Der kappadocische Marmor mit weißem Korn und so durchscheinend, daß man seine dünnen Tafeln als Fensterscheiben benutzen könnte.

11. Der tyrische Marmor, aus welchem der salomonische Tempel erbaut sein soll, u. s. w.

In späterer Zeit — etwa 200 Jahre vor Christi Geburt — trat zu diesen Marmorsorten der noch jetzt mächtig ausgebeutete und sehr hoch geschätzte carrarische Marmor, aus welchem ein großer Theil der berühmtesten Werke der Bildhauerkunst und der Architektur des Alterthums, des Mittelalters und der neueren Zeit hergestellt worden sind. Neben den bedeutendsten Künstlern der alten Zeit sind es besonders zur Blüthezeit der italienischen Renaissance Canova und Michel Angelo und in unserer Zeit Thorwaldsen, Schwanthaler, Rauch, Begas u. s. w. gewesen, welche durch ihre unübertrefflichen, aus carrarischem Marmor bestehenden Meisterwerke den italienischen Marmorbrüchen einen Weltruf verschafften. Diese Brüche liegen nahe der Bucht von Spezia an der Westseite der Apenninen und an der Eisenbahn zwischen Genua und Pisa. Man findet im Territorium von Carrara über 600, bei Seravezza gegen 100 und bei Massa gegen 180 Marmorbrüche.

Der kostbarste Stein kommt von Monte Altissimo, Seravezza gegenüber, wo schon Michel Angelo vor mehr als drei Jahrhunderten Brüche eröffnen ließ, die jedoch später außer Betrieb gesetzt wurden und erst seit etwa 50 Jahren wieder ausgebeutet werden. Dieser Marmor führt den Namen Statuario di Falcovaja und kostet pro Kubikmeter in großen Blöcken bis zu 1500 Mark (siehe Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereines zu Hannover, 1872, S. 136 u. ff). Es folgen dem Werthe nach:

der Statuario Carrara, von welchem das Kubikmeter in kleineren Blöcken mit durchschnittlich 470 Mark, in großen Blöcken mit durchschnittlich 800 Mark bezahlt wird,

der Statuario venato (schwarz geadert),

der Bardiglio commune (dunkelblau mit vielen schwarzen Aderungen),

der Bardiglio fiorito (dunkelgrau mit schwarzen Zickzackadern),

der Bianco chiaro in mehreren Sorten,

der Ordinario (mit bläulichem Ton), von dem das Kubikmeter durchschnittlich 75 Mark kostet.

Die drei ersten Sorten gehören zum Statuenmarmor.

Aus dem Ordinario werden hauptsächlich Tischplatten, Wandtäfelungen, Fußbodenplatten, Stufen, Gesimse und Säulen hergestellt.

Ein rothvioletter Marmor, der ebenfalls bei Seravezza gebrochen wird, führt den Namen Michio di Seravezza.*)

Schlecht polirte oder unpolirte Marmorstücke sind im Freien der Verwitterung leicht unterworfen. Ein Anstrich mit Wasserglas conservirt sie. Weißer Marmor nimmt bei seiner Verwitterung eine gelbe, schließlich eine bräunliche Farbe an und überdeckt sich mit Flechten und Moosen. Um eine beständigere Farbe zu erzielen, wird der weiße Marmor häufig gefärbt, nachdem er geschliffen und so weit vorbereitet ist, daß er nach dem Färben nur noch polirt zu werden braucht.**) Man färbt ihn, indem man den Farbestoff mit einem Pinsel aufträgt,

gelb mit in Salmiakgeist aufgelöstem Schwefelarsenik;

dunkelgelb mit in Weingeist ausgezogenem Safran;

roth mit einem alkoholischen Auszug von Orlean oder mit einer alkoholischen Lösung von Drachenblut;

---

*) Die hervorragendsten Firmen für carrarischen Marmor sind: Barata C. G., Bardi, Binelli fratelli, Fabricotti Carlo, Société du Chemin du fer marmfère de Carrara u. s. w. in Carrara, Casoni et Isola, Gian Pietro Guerra, Société romaine u. s. w. in Massa. Hauptniederlagen befinden sich in Genua, Livorno und Marseille.

**) Siehe G. K. Strott, Die Baumaterialien, Halle a. d. S. 1883, Seite 2.

dunkelroth mit einer Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd;

purpurviolett mit 2 Theilen eines mit etwas Alaun versetzten Cochenilleauszuges vermischt mit 1 Theil alkoholischen Auszug von Brasilienholz;

blau mit in heißem Wasser aufgelöstem Kupfervitriol;

hellgrün mit einer Grünspanauflösung;

smaragdgrün mit einer Mischung von Wachs und destillirtem Grünspan.

Häufig findet sich auch in der Natur gefärbter Marmor vor, und zwar:

Hellbläulich-grauer Marmor mit deutlich erkennbaren Streifungen bei Prieborn in Schlesien; grauer Marmor bei Kunzendorf und Hermsdorf im Riesengebirge; schwarzgrauer Marmor bei Saubsdorf, Setzdorf und Kaltenstein in Schlesien; grauer, röthlich-geaderter Marmor in Arkadien (Tempel des Apollo Epikurius bei Phigalia); schwarzer Marmor (Lucullan) bei Slivenetz bei Prag, im Fichtelgebirge, in den Alpen und Pyrenäen, in Frankreich und Belgien u. s. w., und die im Alterthume vielfach verwendeten Sorten: tenarischer, lydischer, alabandischer, lucullischer (von den Inseln Chios und Melos), thebeischer und ägyptischer Marmor; pfirsichblüthenfarbiger Marmor bei Pörtschach am Wörthersee (Capitäle und Säulenfüße in den Wiener Hofmuseen); gelblich-weißer bis gelblich-rother, gewölkter und gebänderter Marmor (sogenannter Onyxmarmor oder orientalischer Alabaster) bei Beni-Sonef und bei Siout in Aegypten u. s. w. (beliebter Decorationsstein in Paris, ferner verwendet in der Moschee der Citadelle von Kairo, zu Säulen der Kirche S. Paul in Rom, zu der Kanzel der Wiener Votivkirche u. s. w.); weißer, blau-

geaderter Marmor vom Uralgebirge (Säulen der Isaaks-kirche und Orloffspalast in Petersburg) u. s. w.

Zu erwähnen ist endlich noch der sogenannte Zwiebel-marmor (der Cipollino antico oder lapidus phrygicus der alten Römer), ein gewöhnlich weißer, Streifen von Chlorit und Talk zeigender, krystallinisch-körniger, glimmerreicher, in krumme und leicht abblätternde Schalen spaltender und nicht leicht zu bearbeitender Marmor.

Die Alten bezogen ihn wahrscheinlich von der Insel Euböa, die Jetztzeit erhält ihn von St. Maurice in den Alpen, Savoyen, Piemont, Corsica, den Pyrenäen, Schweden und Norwegen.

Außer den bei den einzelnen Marmorsorten bereits an-geführten Fundorten, sind noch erwähnenswerth: die Brüche im bayerischen Walde, bei Waltersdorf, bei Wunsiedel im Fichtelgebirge, bei Hof in Oberfranken, bei Auerbach an der Bergstraße, am Kaiserstuhl im Breisgau, bei Gastein, Göflau, Sterzing (weißer, grobkrystallinischer Marmor, benutzt beim Bau des Wiener Justizpalastes), Schlanders (weißer, wenig durchscheinender Marmor, benutzt z. B. zu den Figuren im Giebelfelde der Münchener Glyptothek), in Graubünden, bei Burkhardswalde und im Wilischthale im Erzgebirge, bei Reichenbach in Schlesien, bei Altenburg in Sachsen, bei Droßendorf in Mähren, bei Kraßthal, Gummern und Treffen in Kärnten, bei Oberburgstein im Thale Tauzers, bei St. Beat in der Haute Garonne, bei Molina in Spanien, bei Lissabon, Montes Claros Estremoz in Portugal, bei Sala in Schweden, im Alle-ghany-Gebirge in Canada, am Süduser des Lake Superior u. s. w.

Der körnig-krystallinische Kalkstein hat eine Druck-festigkeit von 400 bis 900 *kg* pro Quadratcentimeter Quer-

schnitt (carrarischer Marmor durchschnittlich 445 *kg*, der von St. Beat 640 *kg* und der von Schlanders 900 *kg*).

Das specifische Gewicht schwankt zwischen 2.682 und 2·763.

Die Härte ist = 3.

Der Porenraum beträgt im Mittel 0·25 % (nach Lang: carrarischer Marmor 0·11 bis 0·22, Schlanderser 0·59; nach Hauenschild: Pörtschacher 0·26 %).

Die Volumenausdehnung bei 1° C. Temperaturerhöhung ist nach Strott 0·000019.

II. Der dichte Kalkstein.

Der dichte (eigentliche, gewöhnliche, gemeine) Kalkstein hat ein äußerst feinkörnig-krystallinisches Gefüge, welches mit bloßem Auge dicht erscheint, und einen matten, flachmuscheligen bis splitterigen Bruch; er ist undurchsichtig, deutlich geschichtet und gewöhnlich von unrein weißer, lichtgelber, bräunlicher, grauer, rothbrauner bis schwarzer Farbe, zeigt aber auch zahlreiche Verschiedenheiten in Farbe und Zeichnung, denn er ist nicht selten gestreift, geadert, gefleckt, geflammt u. s. w.

Der dichte Kalkstein hat eine außerordentlich große Verbreitung; man findet ihn in allen Flötz-Formationen, in welcher er häufig mit Sandsteinen, Schiefergesteinen und Mergeln mächtige Gebirgsmassen bildet. In den jüngeren Formationen wird er mehr und mehr kryptokrystallinischer, d. h. es nimmt die Größe seines Kornes allmählich ab; zugleich aber auch vermindert sich seine Härte und seine Politurfähigkeit. Daher findet man zwischen den außerordentlich harten, selbst zu Straßenpflasterungen geeigneten, den ältesten Sedimentgesteinen angehörenden Kalksteinen und den erdigen, weichen, leicht zerreiblichen der jüngeren Gesteins-Formationen mannigfache Abstufungen.

Der dichte Kalkstein liefert zahlreiche Marmorarten, die eine gute Politur annehmen und sich durch Farbenreichthum auszeichnen. Er ist reich an organischen Ueberresten, dagegen ziemlich arm an zufälligen mineralischen Bestandtheilen, von denen besonders Bleiglanz, Schwefelkies und Zinkblende zu nennen sind. Das Gestein ist jedoch häufig durch thonige, mergelige, kieselige, dolomitische, bituminöse Stoffe verunreinigt, nach welchen häufig eine Eintheilung der dichten Kalksteine vorgenommen wird.

Nach dem geognostischen Alter kann man folgende Varietäten unterscheiden:

a) Uebergangs- oder Grauwackenkalk.

Der meist einfarbige, weiße, gelbe, rothe, grüne, blaue, violette, braune, graue oder schwarze, oft mit helleren oder dunkleren Punkten, Flecken, Streifen und Adern versehene, vielfach mit Drusen und Adern von Kalkspath durchzogene, gewöhnlich sehr dichte, massige, aber auch dünnschieferige, zuweilen dolomitische und dann nahezu körnige, manchmal eisenoxydreiche Grauwacken-Kalkstein findet sich hauptsächlich in der Silur- und Devon-Formation vor und bildet dort Stöcke, Lager, Schichten von theilweise sehr großer Ausdehnung und gewaltiger Mächtigkeit — und große Bergmassen, so daß aus ihnen mächtige Blöcke gewonnen werden können.

Der Uebergangskalk nimmt bei gleichförmiger Structur und größerer Härte eine ganz vorzügliche Politur an und läßt sich im Allgemeinen leicht und gut bearbeiten. Er bildet alsdann die zum Theil sehr hoch geschätzten, meist bunten Marmorarten, welche vorzugsweise in der Architektur als Luxusbausteine u. s. w. Verwendung finden und gewöhnlich nach der vorherrschenden (Grund-) Farbe eingetheilt

werden. Diese Marmorarten sind gewöhnlich gestreift, gebändert (jaspirt), geadert, gefleckt, geflammt, eingesprengt und punktirt und theils mit Kalkspathadern, theils mit Kalkmassen von verschiedener Färbung durchzogen.

Große, eckige und scharfkantige Marmortrümmer führen den Namen Breccia-Marmor (Marmo brecciato); kleine Marmorbrocken heißen Brokatell-Marmor (Marmo brocatello); der mit zahlreichen organischen Ueberresten (von Schalthieren, Lumachis) erfüllte und buntfarbige Marmor wird Muschel- oder Lumachell-Marmor (Lumachella) genannt; Marmor mit feinen, baumähnlichen braunen oder schwarzen, durch Eisenoxyd oder Manganoxyd hervorgerufenen Zeichnungen heißt dendritischer Marmor; Marmor mit kleinen, vielfach wechselnden Flecken und Punkten, die ihm ein granitisches Aussehen verleihen, wird Granitmarmor (granitello, granito) genannt u. s. w.

Wie bei dem körnig-krystallinischen Statuenmarmor, so unterscheidet man auch bei dem dichten Bunt- oder Architektur-Marmor antiken und modernen.

Der besseren Uebersicht wegen wollen wir im nächsten Paragraphen die bunten Marmorarten aus **allen** Gesteins-Formationen zusammenstellen.

Der Grauwackenkalkstein liefert ein vorzügliches Material für Bausteine, Säulen, Kamineinfassungen, Treppenstufen, Wandbekleidungen, Mosaikarbeiten, Vasen, Schalen, Pendulen u. s. w. Er läßt sich in dünne Platten zersägen, welche zu Tischplatten und Fußbodenbelägen sehr häufig verwendet werden. Seine härtesten Arten werden auch zuweilen zu Pflasterungen und Beschotterungen von Straßen benutzt, doch ist dies nicht zu empfehlen, weil derartige Straßen bei trockenem Wetter sehr staubig sind (durch die Wagenräder und Pferdehufe werden selbst harte Kalksteine zu feinem Staub zermalmt). Weit

geeigneter erscheint er zu Trottoir-Abdeckungen und Straßenunterbauten.

In nächster Nähe von Feuerungsanlagen oder direct zu denselben läßt sich der Kalkstein nicht verwenden, weil er in der Hitze den größten Theil seiner Kohlensäure verliert und dann an der Luft durch beständige Wasseraufnahme zu Pulver zerfällt.

Grauwackenkalk befindet sich in der Eifel, in der Umgebung von Elberfeld, Köln, Aachen, in den Bergen zwischen Rhein, Weser, Lippe und Lahn, im Fichtelgebirge, im Harz (bei Elbingerode, Blankenburg, Hüttenroda), in Schlesien (bei Oels), in Sachsen, Böhmen, Mähren (bei Olmütz), in Tirol, Salzburg, Steiermark, Italien, Frankreich, Belgien, England, Norwegen, Griechenland u. s. w.

Das specifische Gewicht schwankt zwischen 2·4 und 2·7. Die Härte ist eine verschiedene.

b) Kohlenkalk (Bergkalk).

Der dem Uebergangskalkstein sehr ähnelnde, in der Steinkohlen-Formation lagernde und dort Schichten bis zu 700 *m* Mächtigkeit und nicht selten bis zu 1000 Quadratmeilen Ausbreitung (z. B. in England und Irland) bildende, an Versteinerungen (besonders an Korallen, aber auch an anderen Ueberresten einer echten Meeresfauna) sehr reiche Kohlenkalk besitzt eine, von dem oft erheblichen Gehalt an bituminösen und kohligen Stoffen herrührende, dunkelgraue bis schwarze, zuweilen aber auch weiße, gelbe oder rothe Farbe, ist zum Theil reiner kohlensaurer Kalk, zum Theil, aber auch durch Bittererde, Kieselerde und Eisenoxyd verunreinigt, sowie mit Drusen und Adern von Kalkspath, Braunspath und Hornstein durchzogen.

Die festeren Arten lassen sich in Folge ihrer großen Härte gut schleifen und schön poliren und sind häufig herrlich gezeichnet, so daß sie als Marmor Verwendung finden können. Der Kohlenkalkstein wird sowohl zu Chausseeabdeckungen als auch zu Fußwegebefestigungen und Straßenpflasterungen viel benutzt. Seine Härte ist eine größere wie die des Grauwackenkalkstein.

Brüche: Rheinland (Umgebung von Aachen, Eifelgebirge), Westphalen (bei Iserlohn und Arnsberg), Schlesien (zwischen Waldenberg und Freiberg), Belgien, England, Irland, Rußland, Nordamerika u. s. w.

c) Zechstein.

Der Zechstein ist ein thonhaltiger, meist stark bituminöser, dunkelgrauer oder bräunlichgrauer, dichter, zäher und sehr schwer zersprengbarer, deutlich und dünngeschichteter, flachmuschelig brechender Kalkstein, welcher sich in der Dyas- oder Zechstein-Formation vorfindet, in Schichten von gewöhnlich nur 5 bis 10 Meter, seltener größerer (bis 30 Meter) Mächtigkeit. Er bildet einerseits Uebergänge in Mergelschiefer, andererseits in Rauchwacke (siehe Dolomit) und führt als Nebenbestandtheile oft Gyps, Kalkspath und Bergkrystall, als Concretionen Brauneisenocker und thonigen Brauneisenstein.

Fundstätten: Südharz, Grafschaft Mansfeld in Sachsen, Thüringerwald (Eisleben), Hessen (Frankenburg), Hanau in der Wetterau, Spessart, Sperenberg in der Nähe von Berlin; England, Rußland u. s. w.

Zechstein liefert, wenn nicht zu hygroskopisch, einen guten Hau- und Bruchstein und wird zu Straßenpflasterungen, Chaussirungen und Trottoirbelägen vielfach verwendet.

d) Muschelkalk.

Der zum größten Theil aus Schalthierversteinerungen bestehende, graue oder graugelbe, bläulich-schwarze, rothbraune oder auch röthliche, gewöhnlich dichte, auch erdige, seltener körnige, feste, harte, wetterbeständige Muschelkalk ist oft reich an thonigen Beimengungen, an Kieselsäure, an eingesprengten Kalkspathkörnern, zuweilen auch an Bitumen, an Eisenoxydul, an kieselsaurer Magnesia und enthält oft neben Ausscheidungen von Quarz, Flint, Hornstein und Chalcedon als Nebenbestandtheile Braunspath, Cölestin u. s. w. Sein Bruch ist flachmuschelig bis eben. Muschelkalk kommt in der Trias-Formation vor.

Als Varietäten sind hervorzuheben:

1. Der Hauptmuschelkalk, welcher sehr weit verbreitet ist und in durch dünne, graue Mergellagen getrennten, ebenflächigen Schichten von geringer Mächtigkeit hauptsächlich in Mitteldeutschland, bei Trier und in Oberschlesien vorkommt und zuweilen (z. B. in Oberschlesien) Zinkerz führt. Der Hauptmuschelkalk liefert einen guten Baustein und einen sehr ergiebigen Brennkalk.

Zu ihm gehört der sogenannte Guttensteiner Kalkstein, ein mehr oder weniger dolomitischer, dunkelgrauer, (seltener hellgefärbter), von weißen Kalkspathadern reichlich durchzogener, fast versteinerungsloser, undeutlich geschichteter Hauptmuschelkalk der Alpen. Fundstätten: Guttenstein, Berchtesgaden, Reichenhall, im Wettersteingebirge, St. Cassian und Buchenstein.

Ferner rechnet man hierzu den plattigen Muschelkalk oder sogenannten schwarzen Marmor, ein dem vorigen ähnlicher, schwarzer, thonhaltiger Alpenkalk mit dünner Schichtung.

2. Der Wellenkalk, der ein sehr muscheliger, dünngeschichteter, graugelber Kalkstein ist mit regellos fältelig- oder wellig-runzeliger Oberfläche.

Hierher gehört auch der dick- oder dünnschieferig brechende, sehr harte, bitumen- und kieselreiche, schwarze Virgloriakalk mit Knollen und Lagen von Hornstein, welcher vornehmlich zu Grabmonumenten verarbeitet wird. Fundorte: in der Trias-Formation der Alpen: Vorarlberg, Nordtirol, Berchtesgaden, Salzkammergut u. s. w.

Der bei Bludenz gebrochene Kalkstein hat verticale Schichten und läßt sich in Platten von mehr als 100 m^2 Oberfläche ablösen.

3. Der Schaumkalk (Mehlkalk, Mehlpatte, Krötenstein), ein weicher, äußerst fein poröser, von vielen Bläschen schwammartig durchwobener, grau-gelblicher Kalkstein, welcher sich leicht bearbeiten läßt, zuweilen politurfähig ist und dann schöne Zeichnungen zeigt. Er ist wegen seiner vielen, nadelstichkleinen, runden Poren ziemlich leicht und trocknet schnell. Da er der Witterung außerdem gut zu widerstehen vermag, so wird er viel als Baustein verwendet. Aus ihm sind z. B. die Dome von Halberstadt und Naumburg a. d. Saale erbaut. Der Schaumkalk ist zum Kalkbrennen vorzüglich geeignet. Fundorte: im Südharz und in Westphalen.

Ferner unterscheidet man je nach den Versteinerungen: Terebratelkalk, aus dicht übereinandergelagerten Ueberresten der Terebratula vulgaris; Enkrinitenkalk, fast ganz aus Stielgliedern der Enkriniten bestehend; Trigonoduskalk, reich an Trigonodus, theilweise mit Krystalldrusen, ohne thonige Bindemittel, häufig krystallinisch, cavernös u. s. w.

Zum Muschelkalk gehört auch endlich der bekannte Rüdersdorfer Kalk, welcher eine Meile von der bei Berlin gelegenen Station Erkner der niederschlesisch-märkischen Eisenbahn aus

gewaltigen Brüchen, die bei starker Nachfrage 2500 m^3 pro Tag zu liefern vermögen, gewonnen und besonders in Berlin, sowie in fast ganz Nordostdeutschand verbraucht wird.

Der Muschelkalk giebt im gebrannten und gelöschten Zustande mit Sand vermischt einen ganz vorzüglichen Luftmörtel, kann aber auch — wenn thonhaltig — als Wassermörtel verwendet werden. Er liefert gute Hau- und Bruchsteine und wird zu Treppenstufen, Deckplatten, Fußbodenfliesen, Gesimsstücken u. s. w. verarbeitet.

Die härteren und specifisch dichteren Muschelkalksteine eignen sich auch zu Straßenpflasterungen und Chaussirungen.

Bedeutendere Brüche befinden sich in Bayern (bei Bayreuth, Würzburg, Kreuzberg), in Württemberg (bei Cannstadt und Heilbronn), in Baden (bei Heidelberg), in Westphalen (bei Paderborn), in Sachsen (bei Jena, Nordhausen, Weimar), in Hannover (bei Göttingen und Hildesheim), in den Südalpen u. s. w.

Die Druckfestigkeit des Muschelkalkes kann durchschnittlich zu 700 *kg*, die Schubfestigkeit zu 56 *kg*, die Biegungsfestigkeit zu 69 *kg*, die Zugfestigkeit zu 27 *kg* angenommen werden.

Das specifische Gewicht liegt zwischen 2·5 und 2·8.

Die Härte schwankt zwischen 5 bis 6 und 6 bis 7.

In Tabelle XII (S. 152) sind die Festigkeiten u. s. w. einiger Muschelkalke angeführt.

e) Wettersteinkalk, Hallstädter Kalk, Dachsteinkalk.

Der der unteren Keuper-Formation angehörende, weiße oder licht gefärbte (gelbliche oder röthliche), dichte, selten krystallinisch-körnige, zum Theil oolithische, zuweilen sehr versteinerungsreiche **Wettersteinkalk** ist in großen, oft von

Tabelle XII.

Fundstätte	Specifisches Gewicht	Druckfestigkeit in Kilogramm pro 1 cm^2 Fläche	Größe der Probekörper in Centimeter	Wasseraufnahme (W) in Procenten, Härtegrad (H)	Untersuchung ausgeführt
Randersacker oberhalb Würzburg	—	— 440 (Schub. = 51, Biegung = 69, Zug = 27)	—	—	Kgl. techn. Hochschule zu München
Kreuzberg bei Kronach (sehr harter u. dichter Muschelkalk)	—	⊥ 1600; ‖ 810 (Schub. ⊥ 59, + 53, ‖ 47)	—	—	"
Münerstadt bei Kissingen (Schaumkalk)	—	⊥ 571 (Schub. ⊥ 64)	—	—	"
Stemmen, Amt Linden .	2·59 bis 2·79	l = 438—661 w = 412—596	6×6×6	W = 1·69 — 2·08 H = 6 bis 6 — 7	Kgl. Prüfungsstation Berlin
Limberg bei Gestorf . .	2·73	l = 1205, w = 973	"	W = 0·83, H = 6-7	"
Neuenkirchen	2·68	l = 605, w = 589	"	W = 1·01, H = 5-6	"
Friedland	2·7	l = 738, w = 718	"	W = 0·68, H = 6	"
Rüdersdorf bei Berlin † .	—	523	"	—	"

Korallen erfüllten Bänken abgesondert und bildet das Zug- Wetterstein- und Karwändelgebirge.

Der berühmte **Hallstädter Kalkstein**, eine meist fleischrothe oder bräunlich rothe, weiß geaderte, aber auch buntfarbige Marmorart, gehört ebenfalls der unteren Keuper-Formation an. Er zeigt eine dichte oder krystallinisch-feinkörnige Structur, besitzt einen deutlich muscheligen Bruch und ist meistens außerordentlich reich an organischen Ueberresten. Zuweilen ist der Hallstädter Kalkstein dolomitisch und geht selbst in Dolomit über. Fundorte: Berchtesgaden, Hallein, Hallstadt, Aussee u. s. w. Man verwendet ihn als Baustein und zu Kunstgegenständen mannigfacher Art.

Zu ihm rechnet man den wegen seiner Seltenheit kostbaren, buntfarbig schillernden Muschelmarmor (Holwintolith) vom Bleiberg in Kärnten, vom Lavatschthale, von Hall in Tirol u. s. w. und den hellfarbigen Eierkalkstein von der Lombardei.

In der rhätischen Formation erscheint in großer Ausbreitung der **Dachsteinkalk**, ein dichter bis feinkörniger, reiner, meist grauer aber auch weißer oder bunter, theils dünn, theils dick geschichteter Kalkstein mit Kalkspathadern und feinen Kieselnadeln. Er ist angefüllt mit großen, herzförmigen, sogenannten Dachsteinbivalven und in manchen Bänken mit Korallen und Tiefseeforaminiferen. Der Dachsteinkalk findet sich in Vorarlberg, in Bayern, in Nord- und Südtirol, in Berchtesgaden und Salzkammergut, in Niederösterreich, in Venetien, in der Lombardei u. s. w. Häufig (z. B. in Starhemberg bei Piesting) besitzt der Dachsteinkalk Einlagerungen von gelben, dichten bis feinkörnigen, an organischen Ueberresten reichen Kalksteinschichten (sogenannten Starhemberger Schichten).

Alle die unter e) aufgeführten Kalksteine führen auch den gemeinsamen Namen Alpenkalk.

f) Liaskalk, Hierlatzer Kalk, Adnether Kalk.

Der Liaskalkstein ist ein feinkörniger bis dichter, dünngeschichteter, gewöhnlich dunkelgrau, aber auch schmutziggelb, bräunlich bis schwärzlich gefärbter, stark thonhaltiger und bituminöser, nicht selten Schwefelkies-Einschlüsse enthaltender, zäher und schwer sprengbarer Kalkstein, welcher einen muscheligen bis unebenen und splitterigen Bruch zeigt, zuweilen von Kalkspathadern netzartig durchzogen und theilweise außerordentlich reich ist an organischen Ueberresten (Fischen, eidechsenartigen Thieren u. s. w).

Erscheint das Gestein fast ganz aus diesen Versteinerungen zusammengesetzt, so führt es je nach der Art dieser die Namen Gryphiten- oder Arkuatenkalk, Ammonitenkalk, Monotiskalk u. s. w.

Ist der dunkelfarbige, muschelreiche Liaskalkstein politurfähig, so nennt man ihn Lumachell-Marmor.

Der Liaskalk kommt in der Lias- oder schwarzen Jura-Formation vor und wird vorzugsweise in Süddeutschland — Baden (Malsch), Württemberg (Wasseralfingen), Bayern (Neumarkt in der Oberpfalz und Banz in Oberfranken) — und in Hannover und Braunschweig gefunden.

Man verwendet ihn, namentlich in der Nähe seiner Fundstätten, als Baustein sowie seines Thongehaltes wegen zur Bereitung von Wassermörtel.

Die Druckfestigkeit des Liaskalkes ist auf Veranlassung der Provinzial-Verwaltung von Hannover von etwa 20 aus verschiedenen Brüchen stammenden Sorten durch die Königliche

Prüfungsstation zu Berlin untersucht und für lufttrockene Probesteine von 6×6×6 *cm* Größe zu 660 bis 1200 *kg*, für wassersatte von gleicher Größe zu 600 bis 1000 *kg* pro Quadratcentimeter gefunden worden. Das specifische Gewicht dieser Liaskalksteine schwankte zwischen 2·64 und 2·72, die Wasseraufnahme zwischen 0·5 und 2·38%, die Härte zwischen 5 bis 6 und 7 bis 8.

Dem Lias der Alpen gehören an:

1. Der **Hierlatzer Kalk**, ein sehr dichter, lichtrother oder weißer, seltener gelblicher, marmorirter Alpenkalkstein, welcher eine schöne Politur annimmt und zu den Marmoren gerechnet wird. Man findet ihn meistens nur in dünnen Platten und zwar auf dem Hierlatz-Gipfel bei Hallstadt, ferner bei Füßen, Schwangau, Etatt, in den Südalpen u. s. w. (rother Kalkstein von Erba bei Como, dunkler Marmor von Moltrasio in den lombardischen Alpen, Calcare salino in Toscana, Marmor von Satrio und Arzo u. s. w.) Zu ihm gehört der mit Krinoideenstielen massenhaft angefüllte Krinoideenkalk.

2. Der **Adnether Kalk**, ein meist dunkelrother, rother, gelber, weißgefleckter und geaderter, mannigfaltig gezeichneter, gewöhnlich dünnbankig geschichteter Alpenkalkstein, welcher Knollen von Hornstein, Linsen von Kalk, Knollen und Nieren mit Eisen- und Mangangehalt besitzt und reich an Versteinerungen (Ammoniten, Nautilen) ist. Der in der Nähe von Hallein in Tirol gebrochene Stein wird als Marmor verwendet: Adnether oder Domberger Tropf- und Schecken-marmor (roth mit weißen Durchschnitten von Korallenästen), Marmor des Motzau-, Langenmoos- und Schneelbruches (dunkelroth bis braun), Marmor des Lienbacher Bruches (feurigroth mit schwarzen Ringen) u. s. w.

g) Oolithkalk, Hirsenstein, Erbsenstein, Rogenstein.

Der Oolithkalkstein besteht aus kugelförmigen, fischrogenähnlichen, mohnkorn-, hirsekorn-, erbsen- bis nußgroßen Kalkkörnern von concentrisch-schaliger, oft auch radialfaseriger Structur. Die einzelnen Körner liegen entweder dicht aneinander oder sind durch ein kalkiges oder thonig-mergeliges, dichtes oder erdiges Bindemittel zusammengekittet.

Der Hirsenstein und der Erbsenstein (Pisolith) sind gewöhnlich nur Ablagerungen aus warmen kalkreichen Quellen (z. B. Karlsbad); sie enthalten, statt des gewöhnlichen kohlensauren Kalkes Aragonit (d. h. rhombischen kohlensauren Kalk) und besitzen erbsengroße, meist radial-faserige Körner.

Der Rogenstein besteht aus fischrogengroßen, runden Körnern mit radial-faseriger Structur, welche durch ein thonig-mergeliges Bindemittel verbunden sind. Er bildet mächtige Schichten im Schwarzwald, bei Hildesheim, Hannover u. s. w.

Der Oolithkalkstein ist entweder hell (weiß) oder dunkel (grau) gefärbt. Seine Körner enthalten häufig im Innern ein Sandkorn oder ein Muschelfragment, welches zur Bildung des Kornes die erste Veranlassung gegeben hat. Durch Aufnahme von Sand geht der Oolithkalkstein in Sandstein über.

Der Bruch dieses Kalksteines ist splitterig. Das Gestein ist reich an Eisenoxydhydrat und dann rothbraun gefärbt (Eisenoolith) und besitzt als Nebenbestandtheile außer Kalkspath häufig noch Concretionen von Hornstein und Chalcedon.

Man findet den Oolithkalkstein, zum Theil in mächtigen Schichten, in der Dogger-Formation oder im braunen Jura: im Juragebirge, im Breisgau, im Schwarzwald, in Braunschweig (Wolfenbüttel), Anhalt (Bernburg), Hannover (Hildesheim), Sachsen (Eisleben, Sangers-

hausen und Aschersleben), Pommern, auf Rügen, im polnisch-galizischen Becken, in England, Frankreich u. s. w.

Der Oolith von Savonniers in Lothringen und der Jura-Oolith von Arco in Südtirol fanden zu Bildhauerarbeiten am Justizpalast und am Rathhaus in Wien Verwendung.

Nimmt das Gestein eine gute Politur an, so nennt man es — wie den polirbaren Liaskalkstein — Lumachell-Marmor. Außer zu Bildhauerarbeiten verwendet man den Oolithkalkstein als Baustein (Hau- und Bruchstein) und wegen seiner großen Festigkeit zu Tischplatten, Trottoirplatten, ja selbst zu Straßenpflasterungen und Beschotterungen.

Die Druckfestigkeit des Bernburger Oolithkalksteines fand die Königliche Prüfungsstation zu Berlin für trockene Proben zu 1368 *kg*, für nasse Proben zu 1106 *kg* pro Quadratcentimeter, die Wasseraufnahme zu 1%, die Härte zu 7 bis 8 (Größe der Probekörper: 6×6×6 *cm*).

Die Druckfestigkeit des Rogensteines kann nach Winkler im Mittel zu 660 *kg*, die des französischen Oolith nach Michelot zu 300 bis 400 *kg* angenommen werden.

Das specifische Gewicht liegt zwischen 2·5 und 2·7.

h) Jurakalk.

Der Jurakalk, welcher der oberen oder weißen Jura-Formation angehört, ist grau-, gelblich- oder röthlich-weiß, nur ausnahmsweise durch reichen Gehalt an bituminösen Stoffen dunkel gefärbt, meist dicht und fest, selten oolithisch, entweder dünnschieferig (Kalkschiefer) oder dünngeschichtet (Plattenkalk) oder auch mächtig geschichtet. Der Jurakalk ist zuweilen arm an Versteinerungen, gewöhnlich aber ganz angefüllt von

Resten der Thier- und Pflanzenwelt, von denen man über 4000 Arten kennt. Er besitzt einen ebenen bis muscheligen Bruch, enthält oft Kalkspathadern und eingesprengte Kalkspathkörner, zuweilen auch Hornsteinknollen (Majolica) und ist häufig kieselreich.

Eine äußerst wichtige und durch ihren Reichthum an eigenthümlichen, sehr gut erhaltenen organischen Ueberresten ausgezeichnete Varietät des Jurakalkes ist der lithographische Stein (Solnhoferstein, Steindruck-Kalkstein) aus den großartigen Brüchen von Solnhofen zwischen Eichstädt und Pappenheim in Bayern,*) welcher sehr eben geschichtet, äußerst dicht und feinkörnig, etwas thonhaltig und in Platten von 15 bis 30 *cm* zwischen dünnspaltigen, zum Theil schieferigen Schichten eingelagert ist.

Sehr geschätzt sind die harten und dichten, bläulichgrauen Platten von gleichmäßiger Farbe und gleichmäßigem Gefüge, die zu jeder Art lithographischen Druckes vorzüglich geeignet sind. Da diese Steine sehr selten und sehr theuer sind, so begnügt man sich fast immer mit den weicheren, gewöhnlich gelblich gefärbten Platten. Andere Steine von weicher Masse, die häufig ockerig sind, erscheinen für lithographische Arbeiten weniger geeignet. Ein guter Steindruckkalkstein soll außer einem hohen Grad der Gleichmäßigkeit in Structur und Farbe und einer nicht zu geringen Härte noch die Eigenschaft besitzen, daß er im trockenen Zustande einen aufge-

*) In den Kalksteinbrüchen von Solnhofen sind über 2000 Arbeiter in Thätigkeit und mehrere Dampfmaschinen für die zahlreichen Säge- und Schleifwerke im Betriebe. Von der ganzen Masse fallen $^{3}/_{5}$ unbrauchbare Berge und $^{2}/_{5}$ brauchbare Steine; von diesem letzterem Theile giebt $^{1}/_{6}$ lithographische Steine, $^{1}/_{6}$ Dachplatten und $^{2}/_{3}$ Pflastersteine.

gossenen Wassertropfen schnell einsaugt und ihn vor seiner Verdunstung längere Zeit zurückhält.

Die weniger dichten Plattenkalke werden geschliffen zu Tischplatten, die dünneren und härteren, nur 12 *mm* dicken, welche ebenfalls geschliffen und mosaikartig zu farbigen Mustern zusammengestellt werden, zu Fußbodenbelägen, aber auch vielfach zu Fensterfutter, Fensterbrettern u. s. w., die dünnsten, von 5 bis 8 *mm* Dicke in $^1/_{10}$ Quadratmeter Größe zum Dacheindecken wie Thonschiefer benutzt.

Zu den Jurakalken rechnet auch der in England viel verwendete harte Portlandstone von Oxfordshire und der Coral-rag (Korallenbank).

Fundstätten: Schweizer Jura, Schwarzwald, Württemberger Alp, Bayern (Kehlheim, Eichstädt, Pappenheim, Vohburg a. d. Donau), Harz (Goslar), Umgegend von Hildesheim, von Minden in Westphalen, Süd-Deister in Hannover, England, Italien (bei Varese, Jurakalk mit Hornsteinknollen) u. s. w.

Der Jurakalkstein liefert nicht nur einen sehr widerstandsfähigen Hau- und Bruchstein, welcher nur leicht von Flechten überzogen und dann unansehnlich schwärzlich gefärbt wird (München: Ludwigskirche, Feldherrnhalle, Siegesthor aus Kehlheimer Jurakalk), sondern auch ein geschätztes Material für Säulen, Treppenstufen, Monumentsockeln, selbst Statuen (Kolossal-Figuren Homer, Thukidides, Aristoteles und Hippokrates an der Münchener Bibliothek) und feinen, scharfen Ornamenten (Kapitäle der Feldherrnhalle) u. s. w. ferner auch zum Kalkbrennen.*) Der Jurakalk eignet sich endlich auch zu Pflasterungen und Beschotterungen von Straßen mit geringerem Verkehr. Zuweilen besitzt das Gestein eine ge-

*) Siehe Gottgetreu a. a. O., S. 33.

nügende Härte, um polirt werden zu können. Dieser politurfähige, sich durch eine schöne, wirksame Zeichnung auszeichnende Jurakalkstein wird dann wie Marmor zu Kunstgegenständen aller Art verarbeitet. Besitzt er in reichlichen Mengen Versteinerungen (Korallen, Spongiten u. s. w.), so wird er als Lumachell oder Breccie verwendet; besteht er aus einzelnen, scharf aneinander gefügten Kalktrümmern, so nennt man ihn Trümmermarmor.

Zu den Alpenkalken der Jura-Formation gehören: der grauweiße Barmsteinkalk aus dem Salzachbezirke der Ostalpen, der weißliche, seltener röthliche oder graue Vilserkalk von Vils bei Füssen, vom Gurstberge bei Windischgarten in den österreichischen Alpen u. s. w., der dunkelgraue bis graulich-weiße Auerkalk von Au im Bregenzerachthale, der dunkeleisenrothe, lichtgrün gefleckte, gestreifte und geaderte rothe Jurakalk der Alpen vom Haselberg und von Westernberg in den Ostalpen, die rothen, hornsteinreichen Kalksteine von der Umgebung Wiens, die hellgrauen Kalksteine von Kernkogel bei der Großau, von Pechgraben und von der Vorderlegstätte bei Aussee, die grauen Kieselkalke von Hallein, die zum Theil blendend weißen, zum Theil gelblichen bis bräunlichen, breccienartigen Nerineenkalksteine des Plassenberges bei Hallstadt und des Sandlings bei Aussee, die hellfarbige Majolica von den lombardischen und venetianischen Alpen, die rothen Marmorsteine von Roveredo und vom Ampezzo Thale u. s. w.

Die Festigkeiten einiger Jurakalke sind in Tabelle XIII (S. 161) aufgeführt.

i) Die Kreide.

Die Kreide ist ein feinerdiger, leicht zerreiblicher, lockerer und stark abfärbender, seltener harter Kalkstein, welcher aus

Tabelle XIII.

Fundstätte	Specifisches Gewicht	Druckfestigkeit in Kilogramm pro $1cm^2$	Größe der Probekörper in Centimeter	Wasseraufnahme (W) in Procenten, Härtegrad (H)	Untersuchung ausgeführt
Rohrberg bei Springe in Hannover	2·68	l = 744, w = 702	6×6×6	W = 1·78, H = 8	Kgl. Prüfungsstation Berlin
Backede bei Springe in Hannover	2·71	l = 626, w = 661	"	W = 2·38 H = 5—6	"
Marienhagen in Hannover	2·64	l = 713, w = 665	"	W = 1·54 H = 7—8	"
Bach bei Tegernsee (roth. Jurakalk)	—	⊥ 975	—	—	Kgl. technische Hochschule zu München
Pappenheim in Bayern .	—	⊥ 986, ∥ 760 (Schub.: ⊥ 67, + 100 Kilogr.)	—	—	"

mikroskopischen Scheibchen und Kügelchen von kohlensaurem Kalk (daher mit Säuren aufbrausend) und aus Schalen vorweltlicher Thierchen (Foraminiferen und Polythalamien) besteht, deren Form man bei dreihundertfacher Vergrößerung deutlich erkennen kann. Die Kreide hat meistens einen feinerdigen, matten, seltener einen groberdigen und je nach der Härte einen ebenen, unebenen bis splitterigen Bruch und ist meist undeutlich und mächtig geschichtet. Als Nebenbestandtheile führt die Kreide sehr häufig regelmäßige Lagen von Feuersteinknollen, die oft zu Flintbänken zusammenfließen; hierdurch entsteht eine deutlichere Schichtung im Gestein. Als zufällige Gemengtheile finden sich in ihr grüne Glaukonitkörner (glaukonitische Kreide), Apatit, Eisenoxyd, Thon u. s. w.

Im reinsten Zustande besitzt die Kreide eine schneeweiße Farbe und eine sehr geringe Härte; ein Thon- oder Eisenoxydgehalt verleiht ihr eine graue oder gelbliche Farbe und eine größere Härte.

Nach der Art der vorherrschenden Versteinerungen, nach Farbe und Gefüge unterscheidet man:

1. Kreidekalk oder Plänerkalk, ein harter und dichter, weißer oder grauer, häufig mergeliger, zuweilen etwas kieselerdehaltiger, oft glaukonitischer Kalkstein mit feinerdigem Bruch, der einen vorzüglichen Brennkalk liefert, aber auch (z. B. in Dresden, am Harz, in Schlesien, in Böhmen) als Baustein Verwendung findet.

Fundstätten: in Braunschweig, Sachsen, Böhmen u. s. w.

2. Tuffkreide von Mastricht, ein sehr sandiger, gelblicher, wesentlich ein Aggregat von zerriebenen Versteinerungen bildender, leicht zerreiblicher, lockerer Kalkstein, der leicht zu bearbeiten ist und als Baustein vielfach benutzt wird.

Fundstätte: Mastricht an der belgisch-holländischen Grenze.

3. Korallenkreide, ein an Bruchstücken und Schuttmassen von Korallen reicher Kalkstein.

Fundorte: auf Jütland und Seeland.

4. Gelbe Kreide, ein thonhaltiger und eisenoxydreicher Kalkstein.

Fundort: Departement Indre et Loire in Frankreich u. s. w.

Die Kreide, die als oberstes Glied in der Kreide-Formation, welche die jüngsten secundären, kalkig-thonigen, auch sandigen Ablagerungen umfaßt, auftritt und dortselbst mächtig verbreitet ist, aber auch in jüngeren Formationen, z. B. im Diluvium (bei Partenkirchen u. s. w.) vorkommt, bildet Gebirgsmassen mit schroffen Felspartien oder steilen, mauerähnlichen Gehängen.

Bedeutendere Fundstätten befinden sich in Deutschland: auf Rügen (weiße Kreide in Felswänden bis zu 120 Meter Höhe), auf Wollin (graue Kreide), in Holstein, bei Paderborn, Osnabrück, Goslar am Harz, Dresden, in Schlesien, bei Aachen, beim Kehlheim und Regensburg in Bayern u. s. w. in Oesterreich: in Böhmen (bei Teplitz und Prag: Plänerkalk), in Mähren, in den Sudeten und Karpathen; in Frankreich: im Thale der Seine, bei Calais u. s. w. (Champagner-Kreide); in England: bei Dover, an der Küste zwischen Brigthon und Beachy-Head u. s. w.; in Irland; in Gibraltar; in Dänemark: auf der Insel Seeland (am Stevens Klint), auf der Insel Moën und auf Jütland, in Südrußland, Italien, Nordafrika, Kleinasien u. s. w.

Die Kreide findet die mannigfachste Verwendung; die weiße Kreide dient im reinen oder durch Schlämmen gereinigten

Zustande (feinste Sorten: Champagner Kreide, Wiener-Weiß, Spanisch-Weiß, Dänisch-Weiß, Marmor-Weiß, Bologneser Kreide) als Schreibkreide auf Holz und Schiefer, als Farbe, zur Herstellung von Glacépapier, zur Bereitung von Kreidepasten, Glaserkitten, ferner in der Krapp-Färberei, in chemischen Fabriken (als kohlensaurer Kalk), als Unterlage für Vergoldungen, als Verdickungsmittel verschiedener Farbstoffe, als Rohmaterial für die Fabrikation von Glas, als Polir- und Putzmittel für Metalle und Alabaster, zum Neutralisiren von Säuren u. s. w.

Die festeren und härteren Kreidearten finden als Hau- und Bruchsteine Verwendung und dienen zur Bereitung von Kalkmörtel. Eine größere Festigkeit und Politurfähigkeit erlangt die Kreide, wenn man sie in Wasserglas legt; sie verwandelt sich dann in kieselsauren Kalk.

Die Härte der Kreide ist = 1, das specifische Gewicht durchschnittlich 2·7. Zu den ältesten Kreideschichten gehört auch der dichte, graue Schrattenkalk, ein guter Brennkalk, und der hellgrau bis röthlich gefärbte, dichte, dünngeschichtete, flaserige und knollige Sewenkalk, mit Thon oder auch Hornstein durchzogen.

k) Der Grobkalk.

Der Grobkalk (Sandsteinkalk, Süßwasserkalk) ist ein sandiger, meist fester und harter, aber auch weicher und zerreiblicher, hauptsächlich oder auch ganz aus Trümmern fossiler Schnecken und Muscheln bestehender Kalkstein mit feinem Quarzgehalt, auch mit etwas Thonerde, Bittererde und Eisen, welcher gelblichweiß, aschgrau, ockergelb bis braun, zuweilen auch grünlich gefärbt ist und vorwiegend die unteren Lagen der Tertiär-Formation bildet, aber auch in der Kreide-Formation vorkommt.

Je nach dem Alter der Ablagerungen, nach der Reinheit, Porosität und Härte unterscheidet man:

1. Den unteren Grobkalk oder Nummulitenkalk, der ungemein reich an linsen= bis thalergroßen, platten Foraminiferen= (Nummuliten=) Schalen, dicht und hart, zähe, grau, gelb oder roth ist. Hierher gehört der Pierre à liards von St. Denis, Compiègne, St. Leu, St. Jacques bei Isle Adam und Festieux bei Laon, und der sehr feine Pierre de liais von Vaugirard und Bagneux, welcher einen erdigen Bruch hat und in 21 bis 45 *cm* mächtigen Schichten auftritt,

2. Den mittleren Grobkalk oder Milliolithen=Kalk, hauptsächlich aus Foraminiferen=Schalen von etwa Sandkorn=größe bestehend und halbweich, zum Theile aber auch hart. Hierher gehört der grauweiße, frostbeständige Banc royale von Conflans=St. Honorine, Neuilly, Gentilly, der feine und harte, weiße, häufig Säugethierreste enthaltende Cliquart von Nanterre, der gelblichweiße und sehr frost=beständige Lambourd und Vergelé von der Oise und im Süden von Paris, der St. Nom, ein Cerithienkalk von der Aisne u. s. w.

3. Den oberen Grobkalk, welcher sowohl harte, als auch ganz besonders weiche Kalksteine liefert. Hierher gehört der in 30 *cm* dicken Lagern vorkommende, muschelreiche, leicht zu bearbeitende Banc franc von Paris; der sehr feste und sehr feinkörnige, mit Muscheln und Hohlräumen angefüllte Pierre de roche von Paris; der äußerst weiche, mit gezahnter Säge leicht zu schneidende, mächtig geschichtete Lambaird u. s. w.

Alle diese Kalksteine des Pariser Beckens werden in Paris als Baumaterial verwendet, die harten zu den unteren Partien der Gebäude, zu Sockeln, Treppenstufen u. s. w., die mittelharten zu den oberen Etagen der Gebäude, zu

Gesimsen u. s. w., die weichen, frisch aus dem Bruch kommenden, sehr leicht mit Messer, Hobel, Säge zuzurichtenden, an der Luft allmählich erhärtenden, zu Decorationssteinen, Ornamenten, Maßwerken, Figuren u. s w.

Die Pariser Katakomben sind durch die unterirdischen Steinbrüche entstanden, welche im Süden von Paris mehr als eine halbe Quadratmeile umfassen.

Außer in der Umgebung von Paris findet sich Nummulitenkalk, welcher als der verbreitetste Baustein unserer Erde gilt, in Deutschland (hauptsächlich in Bayern: am Grünten, zwischen Traunstein und St. Zeno), in Ungarn, Südrußland, Kleinasien, Mittelasien, China, Japan, Aegypten, Marokko, Spanien u. s. w. Aus ihm sind z. B. die Pyramiden von Gizeh erbaut.

Zu den Grobkalken gehört auch der lichtgefärbte, zum Theile poröse, fast ganz aus Korallen-, Foraminiferen- und Conchylien-Schutt bestehende **Leithakalk**, welcher vorzugsweise im Wiener Becken gebrochen wird, aber auch in Mähren, in der Mark Brandenburg u. s. w. vorkommt. Man theilt ihn nach der Art seiner Entstehung ein in: *)

1. Lithoshamienkalk, aus Algenüberresten bestehend; sehr hart und tragfähig, zum Theil vollkommen dicht, schleif- und politurfähig. Hierher gehören:

der gelblich-weiße bis graue, dichte, politurfähige, feste und tragfähige Wöllersdorfer Kalkstein (bei den meisten öffentlichen Bauten Wiens benutzt zu Sockelquadern, Säulen, Treppenstufen u. s. w.):

---

*) Hauenschild, Katechismus der Baumaterialien, 1. Theil, 1879, S. 128 u. ff. und Handbuch der Architektur, 1. Theil, 1883, S. 71.

der grauweiße Mannersdorfer Kalkstein (als Façadenstein in Wien z. B. an der Akademie der bildenden Künste verwendet);

der weiße oder blaue Kaiserstein, der erstere von Goys am Neusiedlersee, der letztere, besonders dichte, von Sommerein (zu Treppenstufen, Balconplatten, Fensterstöcken, Gesimsen u. s. w.);

der tragfähige, in der Nähe von Hainburg gebrochene Hundsheimer Stein, welcher schwarze Guttensteiner-Kalkbrocken einschließt (zu Pfeilern u. s. w., Wiener Rathhaus und Justizpalast);

der braune Oszlopper Kalkstein von Oszlopp am Neusiedlersee (Sockelstein an den neuen Hofmuseen in Wien);

der weiße Aflenzer Stein von Steiermark (Gesimsstein und Quader an den Hofmuseen u. s. w. in Wien).

2. Korallen- oder Bryozoënkalk aus Korallenschutt u. s. w. bestehend.

Hierher gehören:

der bläuliche Kroisbacher Kalkstein (Façadenstein der Wiener Universität);

der Lindabrunner Kalkstein mit eingebetteten Triaskalkbrocken (rauhe Pfeiler am Wiener Justizpalast);

der Zogelsdorfer Stein (Façaden-Verkleidung am Rathhaus und an den Hofmuseen in Wien);

der schneeweiße Mühlendorfer Stein (Baustein der Votivkirchthürme und Fünfhauser Kirche in Wien);

der Eisenstadter Kalkstein.

3. Foraminiferenkalk, ganz aus den Kalkschalen der Foraminiferen bestehend; zum Theil sehr weich, sehr porös, wenig tragfähig und wenig frostbeständig, zum Theil hart, dicht, tragfähig, wetterbeständig.

Hierher gehören:

der St. Margarether Stein (Wiener Kalkstein), ein Amphisteginen- oder Foraminiferenkalk meist von gelblicher Farbe und feinem Korn, ein sehr geschätzter Baustein (in Wien zu Fenster- und Thürgewänden fast in jedem besseren Hause verwendet, ferner als Baustein zum Stephansthurm, Staatsbahnhof, Südbahnhof u. s. w.);

der dem vorigen ähnliche und ebenfalls vielfach verwendete Loretto-Stein;

der weiße, feinkörnige Breitenbrunner Stein (besonders zu Bildhauerarbeiten geeignet);

der Eggenbrucher Stein (die weichsten Sorten zu Ornamenten, die etwas härteren zu Bausteinen benutzt, z. B. bei der Stephanskirche und Karlskirche zu Wien u. s. w.);

der hellgraue, sehr feinkörnige, ein gleichmäßiges Gefüge zeigende Mokritzer Kalkstein aus Krain (Pfeiler, Kapitäle, Gesimse, Figuren an der Wiener Börse, den Hofmuseen u. s. w.);

der weiche, leicht formbare, sehr feinkörnige, gelbliche Schutnaer Stein;

der Vinica aus Croatien;

der Stotzinger Foraminiferenkalk u. s. w.

Dem Grobkalk ähnliche Kalksteine sind ferner der hellgefärbte, oft fast nur aus Schalen der kleinen Litorinellen und Congerien und anderen Süßwasser- und Landmollusken bestehende, mit Mergel und Letten wechsellagernde Litorinellen-Kalkstein von Mainz und der in der Kreide-Formation sich vorfindende Opuka von Prag.

Ueber das specifische Gewicht und die Druckfestigkeit der verschiedenen Grobkalkarten giebt folgende Zusammenstellung näheren Aufschluß.

Tabelle XIV.

Fundstätte	Specifisches Gewicht	Druckfestigkeit in Kilogramm pro 1 cm^2	Untersuchung ausgeführt
Liais du Lareys, Oolith .	2·3-2·4	300—400	Michelot
Banc royal de St. Vaast .	1·65	50—80	"
" " " Savannières	1·75	80—100	"
" " " Conflans .	1·70	85	"
Roche de Sentis	2·2-2·3	250—300	"
Roche d'Euville . . .	2·3-2·4	300—350	"
Lambourd von Gentilly .	—	65	Rondelet
Wöllersdorfer	2·42	510—790	Rebhann und Bauschinger
Mannersdorfer	2·38	213—926	Rebhann
Blauer Kaiserstein (Teuschbruch)	2 57	335—1115	"
Kaiserstein vom Zeindlerbruch	2·33	152—778	"
Kaiserstein von Sommerein	2·34	272—720	"
" " Goys . . .	2·00	135—274	"
Hundsheimer	2·54	505	"
Oszlopper	2·34	410—513	"
Eggenbruch-Zogelsdorfer .	1·7	67—302	"
Mühlendorfer	2·46	307—564	"
St. Margarether	1·68	75—415	"
Loretto-Stein	1·63	96	"
Breitenbrunner	1·66	99	"

1) Karst-, Ruinen-, Untersberger Marmor u. s. w.

Der Kreide-Formation gehören außer der Kreide, dem Schrattenkalk, Sewenkalk und einigen Grobkalken noch an:

der Karstmarmor oder Nabresina-Stein, ein dichter, graulich-weißer Marmor aus dem Karstgebiete um Nabresina,

besonders von St. Croce und Grisignano, aber auch von Belvoye im französischen Jura u. s. w. Der Karstmarmor findet in Wien und Triest, auch im Orient mannigfache Verwendung und bildet z. B. in Wien Pfeiler und Säulen des neuen Parlamentsgebäudes, der Universität, des Rathhauses, des Justizpalastes, und die Sockel des Schwarzenberg- und Ressel-Denkmales;

der schneeweiße und feinkörnige Medolino- und Castillieri-Kalk von Pola und Rovigno in Istrien, welcher zu Statuen, Kapitälen, Gesimsen u. s. w. häufig verarbeitet wird und z. B. in Wien an den Hofmuseen, am Parlamentsgebäude und am Rathhaus Verwendung fand. Er kann unserem Klima nicht genügend widerstehen, wird leicht blind, bröckelig und voll von Staubkrusten, Flechten und Moosen;

der mergelige, lichtgelblichgraue, spröde, dünngeschichtete, kurzmuschelig brechende Florentiner Ruinenmarmor (pierre de Florence) mit eigenthümlichen, durch rothfarbige Eisenflecke erzeugten, an zerfallenes Gemäuer erinnernden Zeichnungen auf den geschliffenen Flächen. Er wird z. B. bei Klosterneuburg, im Wienerwald gebrochen und dient als Bau- und Decorationsstein;

der mit Hippuriten oder Rudisten ganz erfüllte, aus einzelnen mit dichtem, feinkörnigem Kalkbindemittel zusammengekitteten Kalkstücken bestehende, meist röthlichgefärbte und oft hellroth punktirte Rudistenkalkstein (Rudistenbreccie), zu welchem der bekannte Untersberger Marmor (von Untersberg bei Salzburg) gehört, der besonders in Bayern zu den Kunstwerken König Ludwig's (z. B. in München: Theater, Ausstellungsgebäude, Glyptothek, Ruhmeshalle, Propyläen u. s. w.) vielfache Verwendung fand und aus dem auch z. B. die Sockel der Erzherzog Karl- und Prinz Eugen-Denkmale in Wien hergestellt sind. Eine Abart des Untersberger

Marmors ist der röthlich und weißlich gefärbte und gestreifte Tegernsee'r Marmor, welcher eine vorzügliche Politur annimmt und ebenfalls in der Technik oft benutzt wird.

Die Druckfestigkeit des Untersberger Marmors beträgt nach Bauschinger senkrecht auf das Lager 906 *kg*, parallel zu demselben 760 *kg*, die Schubfestigkeit senkrecht auf das Lager 79 *kg*, parallel zu demselben 44 *kg* pro Quadratcentimeter Querschnittsfläche. Der Porositätscoëfficient dieser Marmorart ist nach Hauenschild 0·27.

m) Kieselkalkstein (Granit-Marmor).

Der durch seinen hohen Gehalt an ausgeschiedener Kieselsäure ausgezeichnete, meist harte, aus dichten, feinen, weißen, die Umhüllung von Nummuliten u. s. w. bildenden Kalkconcretionen, grauen und schwarzen Hornstein-, Quarz-, Chalcedon-, Kalkspath-Stücken bestehende, gewöhnlich weißgraue oder bräunliche Kieselkalkstein gehört der Eocän-Formation, aber auch dem Jura, der Kreide und dem Muschelkalk an und wird gefunden im Pariser Becken, bei Rohrdorf und Sinning in der Nähe von Neubeuern in Bayern, am Grünten bei Sonthofen und Enzenau, bei Tölz und Schönbeck, bei Siegsdorf im Traunthale, bei St. Zeno in der Nähe von Reichenhall, ferner in Ungarn, Rußland, am Kaukasus, in Asien u. s. w.

Zu ihm gehört der sehr geschätzte Neubeuer Marmor, welcher sehr hart, sehr wetterbeständig und sehr politurfähig ist und in München sehr häufig verwendet wird. Aus ihm bestehen z. B. sämmtliche Säulen der Basilika, die großen Treppen der Bibliothek und des Residenzschlosses, die Postamente der Bavaria, des Kurfürsten Maximilian-Denkmals u. s. w. Man verarbeitet ihn auch zu Grabmonumenten, Tisch- und Ofenplatten, Briefbeschwerern, Vasen, Schalen u. s. w.

Die Druckfestigkeit dieses Granitmarmors fand Bauschinger zu 745 *kg*, die Schubfestigkeit senkrecht auf das Lager zu 62 *kg*, parallel zu demselben zu 118 *kg* und senkrecht zu den Lamellenkanten desselben zu 90 *kg* pro Quadratcentimeter Querschnittsfläche.

Ferner ist hier zu nennen der Enzenauer Marmor, der ebenfalls — besonders in Bayern — zu Arbeiten der Architektur und der Bildhauerkunst vielfach benutzt wird.

n) Landschneckenkalk.

Der den jüngeren Bildungen der Tertiär-Formation anangehörende, an Schalen von Süßwasser-Conchylien sehr reiche und aus ihnen größtentheils oder auch ganz bestehende, gewöhnlich sehr dichte, seltener erdige, sehr selten schieferige Landschneckenkalk hat einen muscheligen bis feinsplitterigen Bruch und ist grauweiß, gelblichweiß, röthlichweiß, auch gelblich-, röthlich-, rauchgrau oder gelblich-braun gefärbt. Man findet ihn im Pariser und Mainzer Becken, bei Oeningen, Ulm und Heidenheim u. s. w.

Die Kalksteine werden nicht nicht nur zu den bei den einzelnen Arten bereits hervorgehobenen Zwecken (zu Bausteinen, Treppenstufen, Deck- und Fußbodenplatten, Dacheindeckungen, Säulen, Sockeln, Gesimsen, Ornamenten, Figuren und anderen Bildhauerarbeiten, zu lithographischen Steinen, zur Bereitung von Aetzkalk u. s. w.) benutzt, sondern auch zur Düngung der Felder und Wiesen und — vorzugsweise in ihren reinen Varietäten — als Rohmaterial in der Glasfabrikation, als Zuschlag bei der Verhüttung der Erze, als Rohmaterial für die Gewinnung von Kohlensäure, in der Sodafabrikation, in der Seifensiederei, Färberei und Gerberei, in den Stearin-, Soda- und Chorkalkfabriken, in den Zuckersiedereien u. s. w. Sie können daher mit Recht

als die wichtigsten aller natürlichen Gesteine angesehen werden.

Die Kalksteine, welche, frisch aus dem Bruche kommend, viel Bergfeuchtigkeit besitzen, müssen an geschützten Orten getrocknet werden, bevor man sie zum Häuserbau verwendet; bruchfeuchte Kalksteine zu verbauen ist nicht zu empfehlen, sie haben erfahrungsmäßig eine geringere Haltbarkeit als getrocknete, besonders wenn sie im Spätherbst oder Winter vermauert werden.

---

§ 30. Zusammenstellung der bunten Marmorarten (ohne Rücksicht auf ihr geognostisches Alter).*)

1. Weißer Marmor.

Die weiße Farbe der dichten Kalksteine ist selten rein.

Antike Arten, welche nur in den römischen Ruinen gefunden, sorgfältig in dünne Platten zerschnitten, von neuem polirt und alsdann wieder zu neuen Bauten verwendet werden:

der ganz weiße, dicht erscheinende Marmo Polombino;

der weiße, gelbgestreifte Rezziato;

der weiß und violett gemischte Cipolazzo;

der graulich-weiße, hell- oder dunkelroth gefleckte Fior di Persico oder Persehino;

der weiße Pecorella mit großen, ineinander laufenden weißen und rothen Flecken und einzelnen weißen Ringen;

der rothgeaderte und weiße Marmo di sette basi;

der weiße, rothgestreifte Serpentelo und Cotonello;

---

*) Benutzte Literatur: Gottgetreu, Baumaterialien, 1888, Band I, S. 54 u. ff. — Hauenschild, Katechismus der Baumaterialien, 1879, 1. Theil, S. 115 u. ff. sowie mehrere Journalartikel.

der weiße, rothgebänderte oder rothgefleckte Pavonazzo-Breccien-Marmor.

Moderne Arten: der graulich-weiße Nabresina-Marmor (Karstmarmor), ein dichter Kreidekalk aus dem Karstgebiete bei St. Croce, Grisignano, Belvoye u. s. w. (siehe § 29 l);

der weiße Jurakalk von Eichstädt, Pappenheim, Kehlheim (Münchener Bauten, auch Statuen) (siehe § 29, h);

der graulich-weiße Adnether Marmor vom sogenannten Kirchenbruch (siehe § 29, f);

der meist weiße und mit lichtrothen Flecken und Adern versehene Hierlatzkalk von Schwangau, Füssen, Ettat;

der Tegernsee'er Marmor, weiß mit röthlichen und weißlichen Streifungen, sehr politurfähig;

der Untersberger Marmor aus dem Salzburgischen, der jüngeren Kreide angehörend, Material zu König Ludwigs Kunstbauten in Bayern (siehe § 29, l);

der äußerst feinkörnige, frisch gebrochen sehr weiche, reinweiße Medolino und Kastillierikalk aus Istrien (Pola und Rovigno);

der weiße, mit röthlichen und gelben Lagern durchzogene, schillernde Hallstädter Kalk (siehe § 29, l);

der Muschelmarmor vom Lavatschthale bei Hall in Tirol;

der opalisirende, sehr kostbare, nur in dünnen Platten in den Handel kommende, meist nur zu Mosaikarbeiten benutzte Muschelmarmor vom Bleiberg in Kärnten.

2. Gelber Marmor.

Antike: der eidotter- bis strohgelbe Marmo giallo antico von Macedonien und Numidien; sehr hochgeschätzt (Säulen am Triumphbogen des Drusus);

der strohgelbe Marmo giallo pagliocco;

der hellgelbe und dunkelgelb gefleckte giallo brecciato;

der giallo annulato mit großen gelben und schwarzen Ringeln und Flecken;

der giallo e nero mit kleineren gelben und schwarzen Ringeln und Flecken;

die Breccia dorata mit zahlreichen rothen und weißen Flecken.

Moderne: der gelblich-weiße Marmor von Groß-Kunzendorf in Schlesien (häufig zu zerklüftet, um für größere Arbeiten dienen zu können);

der isabellgelbe, roth und grau gemischte Seraucolin von Bigogne in den Pyrenäen Frankreichs, hochgeschätzt, vorzügliche Politur annehmend; edelster französischer Säulen-Marmor (Treppe der neuen Oper in Paris, 16 Säulen im neuen Louvre; pro Kubikmeter 800 Francs kostend);

der braun- und schwärzlich-gefleckte, gelbe Marmor von Tolonet bei Aix;

der gelbe und rosenrothe Torri bei Peschiera (viel in Verona und Venedig verwendet);

der gelbe Marmor von Castione (Giallo di Castione) und Mori, von Siena und Bologna;

der gelbe und rothe Jaune St. Beaume vom Var-Departement;

der gelbe Adnethmarmor von St. Urban bei Salzburg;

der gelbe Marmor von Eichstädt (Maximilianpalast und Hofoper in München);

der lichtgelblich-graue Ruinenmarmor (siehe § 29, 1);

der gelbliche, breccienartige Marmor des Plassenberg bei Hallstadt und des Sandlings bei Aussee.

3. **Brauner Marmor** (Seltener).

Antike: der ins Schwärzliche und Dunkelröthliche spielende, mit runden weißen Flecken versehene Marmo Occhio di Pernice;

der zimmtbraune Canella;

der dunkelbraune Antico Harlequino mit eckigen, weißen Flecken;

der graubraune und weißgeaderte Lumachella Castracana, kleinmuschelig, sehr selten und hochgeschätzt;

der gelbbraune Lumachella mit kleinen schwarzen Muscheln.

Moderne: der aus orangegelben, mit einem braunen Bindemittel zusammengekitteten Muscheln bestehende Lumachell von Astrakan, sehr geschätzt, nur in kleinen Stücken in den Handel kommend;

der rothbraun gefleckte Griotte Campan bei Carkassone in Frankreich;

der dichte, feinweiße Kalkconcretionen, schwarze Kieselkörper und Kalkpartien enthaltende Granitmarmor (siehe § 29, m);

der Silurkalkstein von Slivenec bei Prag, oft rothbraun (Trottoirstein);

der braune Bruno di Castione bei Castione im südlichen Tirol.

4. Schwarzer Marmor.

Er wird im Freien nach kurzer Zeit blind.

Antike: der dunkelschwarze und weiß geaderte Marmo nero d'Egitto von der Insel Lesbos (Apollo im Palast Farnese, zwei Centauren und der Gott Aventinus im Museo Capitolino, Büste Hesiod's im Capitol u. s. w.;

der dunkelschwarze, sehr harte Marmo Paragone;

der dunkelschwarze, mit einzelnen weißen Steinkernen von Kegelschnecken versehene Marmo nero a bianco antico (das sogenannte Leichentuch), viel zu Grabmonumenten verarbeitet;

die schwarze und weißgefleckte Breccia Pavonazza (Clementinisches Museum);

der Marmor von Chios (Palast des Lucullus).

Moderne: der St. Annenmarmor von Blankenburg am Harz und Maubeuge an der französischen Grenze, schwarz und weiß geadert;

der schwarze, und mit weißen Adern versehene Marmor von Adneth und Wiesthal im Salzburgischen;

der schwarze, weiß geaderte und weiß gefleckte Marmor von Barbasan und Echet bei St. Bear;

der glänzend schwarze, braun oder gelblich geaderte Portor vom Cap Porto Venere bei Spezia, von St. Maximin im Var-Departement, von Seissin im Isère-Departement, von Aubert in Ariège-Departement, von Caskastel im Aude-Departement, von Sauveterre in den Pyrenäen u. s. w., sehr geschätzt;

der schwarze Marmor von Dinant, Golzines, Namur, Theux, Spaa, vom Harz sowie vom Fichtelgebirge, von Köflach und Salla in Steiermark, von Allagen bei Soëst (schwarz gewölkter Granitmarmor, schwarzer und weiß geaderter Calle-Marmor, Theresen-Marmor u. s. w. von Oberröfterreich, Galizien bei Krzezowice) u. s. w.;

der schwarze, mit weißen kegelförmigen Schnecken erfüllte Lumachell von Narbonne;

der schwarze, mit krummen Linien versehene Lucyle-Bois, der schöne, tiefschwarze Marmor von Reppen-Tabor u. s. w.

5. Grauer Marmor.

Antike: der dunkelgraue Marmo Bigio oder Bigio morato;

der grauweiße, mit geflammten rothen Flecken behaftete Marmo di Porta santa fiorito, aus dem z. B. die Porta Santa der Peterskirche zu Rom besteht;

die gelblich-graue Breccia traccagnina mit nußgroßen, weißen Bruchstücken (Grabmal des Cestius in Rom);

der aschgrau, mit großen rothen augenförmigen Flecken versehene, aus dem Orient stammende Marmo occhio di Pavone antico.

Moderne: der aschgraue, sehr geschätzte Blankenburger Marmor mit rothen, von versteinerten Strahlthieren herrührenden Flecken;

der dunkelgraue Granit Belge mit weißen, rundlichen Versteinerungen von Crinoiden;

der lichtgraue Neubener Marmor (siehe § 29, m);

der belgische Lilas;

der aschgraue und weiß gefleckte Marmo Pido occhioso;

der Marmor von Arnsberg bei Allagen;

der graue Marmor in Coburg und Sachsen-Meiningen, aus welchem die kleinen Spielkugeln (Murmeln, Marbeln, Schussern u. s. w.) hergestellt werden.

6. Grüner Marmor.

Er ist meistens durch Serpentin-, Chlorit- oder Grünsteinsubstanzen gefärbt.

Antike: der grüngelbe Marmo verde pagliocco;

der feinkörnige, mit Nestern und Adern von grünem Serpentin durchzogene, weiße Verde antico (Ophicalcit) in Italien, Savoyen, Corsica, Schweden und Norwegen.

Moderne: der Vert des Alpes, der Vert de Maurin vom Departement Bas-Alpes, sehr geschätzt (neue Oper und neues Louvre in Paris, Grabdenkmal des Prinzen Albert in der Westminster-Abtei zu London u. s. w.);

Marbre Campan von Tarbes, grün und weiß (auch roth und fleischfarben);

der Brocatello di Spagna, grüner Marmor mit kleinen, runden oder eckigen, isabellgelben Körnern; ähnliche Gesteine finden sich auch in Schweden und Norddeutschland;

der Poppenberger Marmor;

der Gotscheer Marmor aus Krain;

der Stopnik-Tolmein bei Görz, eine Grünsteinbreccie mit weißen, rothen und schwarzen Kalktrümmern; sehr geschätzt.

7. Blauer (schiefergrauer bis blauschwarzer) Marmor.

Höchst selten.

Antike: ein weißer Marmor mit schieferblauen Adern und Streifungen in ununterbrochenen Zickzacklinien (ohne besonderen Namen);

der blaue Marmor von Staremma in Toscana.

Moderne: die blaugrauen bis blauschwarzen belgischen Marmorarten z. B. der Bleu de Saulme, Bleu belge u. s. w.

8. Violetter Marmor.

Selten.

Antiker: die Violetta antica aus großen, durch ein violettes Bindemittel zusammengekitteten Bruchstücken bestehend, von Alep im Departement Bouches de Rhône, auch noch heute gebrochen.

Moderne: die Marmorarten von Alet und Tolonet in demselben französischen Departement, aus gelben und violetten, durch ein violettes, röthliches oder graues Bindemittel verkitteten Bruchstücken bestehend;

die Breccie von Montiers im Departement de l'Isère;

die Breccie von Seravezza in Italien.

9. Rother Marmor.

Am häufigsten. Vom zartesten Roth bis zum dunkelsten Blutroth, mit Wolken, Adern, Streifen, Flecken, Punkten von verschiedener Farbe.

Antike: der dunkelrothe, mit kleinen schwarzen Punkten und Adern behaftete Rosso antico vom Nil und aus Campanien, sehr berühmt, selten und kostbar;

der dunkelpurpurrothe, weiß gefleckte, mit schwarzen, wahrscheinlich thonartigen Zwischenräumen versehene Marmo africano, der edelste aller rothen Marmorarten, dessen Brüche von Delmonte im Klebergebirge in der Provinz Oran wieder aufgefunden worden sind (aus neuerer Zeit stammen die aus ihm hergestellten Säulen an der neuen Kathedrale zu Marseille);

der weiße, purpurroth und gelb geflammte und gefleckte Marmo africano fiorito mit schwarzen Zwischenräumen;

der feuerrothe Griotto d'Italia mit ovalen helleren Flecken und schwarzen, von Muscheln herrührenden Spirallinien, von Gaune bei Garonne;

der glänzend blutrothe, mit weißen länglichen Flecken behaftete Beau Languedoc von Carkassone, welcher noch heute gebrochen wird (Kirche Scalci in Venedig, St. Martino in Neapel, S. Annunziata in Genua, Brunnen St. Michel in Paris u. s. w.);

der ihm ähnliche Rouge sanguin vom Departement Hérault;

der rothe, bandartig gestreifte Marmo siciliano von Sicilien;

der rothe, grüngeaderte, glimmer- oder chloritreiche Marmo Campano aus Campanien;

der rothe Marmo Brocatellone, Purichiello, Vendurino aus Italien;

der heilige Balsam aus dem Var-Departement;

der rothe Marmor von Mont Ferier im Ariège-Departement;

der rothe und weiße, sehr schöne Incarnat von Valmingen im Aude-Departement;

der röthliche Marmor von Alet und Tolonet an den Rhônemündungen, mit gelben und violetten Bruchstücken;

der Petit Granat, aus Trochiten-Versteinerungen bestehend, die durch ein schwarzes Kittmittel verbunden sind;

der röthliche Lumachell von St. Amour am Jura, Brest u. s. w.;

der rothe Marmor von Verona, der rosenrothe von Tirey;

die Broccatella von Tortosa, mit eingemengten Muscheln;

der Marmo breccio dorata, roth und etwas weiß mit großen gelben Flecken;

der roth und weiß gefleckte und geflammte Marmo fiorito;

der hellrothe, weiß gefleckte Marmo di Porta santa non fiorito;

der dunkelrothe Marmo di Seme santo, mit kleinen weißen Dreiecksflecken;

der ihm ähnliche Marmo di Seme santo di sette basi;

der rothe, weiß und gelb gefleckte Marmo occhio di Pavone;

der rothe Marmo rosso annulato, mit weißen runden Flecken u. s. w.

Moderne: der rothe Marmor von Kaufungen in Schlesien, Blankenburg am Harz, Poppenberg in Westphalen, Diez in Nassau;

der dunkel- bis hellrothe, weiß geaderte Kalkstein von Hallstadt, Ischl, Goisern, Adneth, Füssen, Schwangau, Ettal, Schneelbruch, Lienbach, Motzau, Langenmoos;

der Domberger Tropf- und Scheckmarmor;

der tithaonische Diphyakalk;

der rothe Jurakalk vom Haselberg und von Westernberg in der Nähe von Rupoldings;

der rothe Kalkstein von Erba in Como;

der Rudistenkalk von Untersberg;

der rosenrothe Le Rose und der Rose Enjugeraie von Carkassone;

der feurigrothe Le Griotte vive von Carkassone (Sitzungssaal des gesetzgebenden Körpers, Inneres der neuen Oper zu Paris);

der belgische Rouge royal und Rouge impérial;

der Rosso di Roveredo, di Trento, di Sardagna, dunkelfleischroth mit gelben Adern;

der rothe und weiße Marmor von Roquebrune (eine Meile von Beziers); beliebter Säulenmarmor (Säulen bis 10*m* Länge daraus herzustellen);

der rothe und weiße, bisweilen in der Farbe variirende, ebenfalls in der Nähe von Beziers gebrochene Marmor von Cosne;

der rothe, gelb und blau gefleckte Marmor von Moulino;

der Marmor von Castione, Ceresolo;

der Marmor von Giurich bei Cattaro in Dalmatien

der rothe Marmor von Piske bei Gran, reich an eisenschüssigem Thon und daher wenig wetterfest u. s. w.

---

§ 31. Der Dolomit.

Der Dolomit ist ein Mineral aus der Classe der wasserfreien Haloïde und kommt derb als Gestein großer Gebirgsmassen vor. Er besteht aus einem Gemenge von kohlensaurem

Kalk und kohlensaurer Magnesia, das gewöhnlich etwas Eisenoxydul, oft auch etwas Manganoxydul, Bitumen und Kieselsäure enthält (eisenschüssiger, bituminöser, kieseliger Dolomit). Seine chemische Zusammensetzung ist eine sehr verschiedene; beim sogenannten Normal-Dolomit besteht das Gemenge im Wesentlichen aus 1 Atom von jedem Hauptbestandtheil, also aus 54·35 kohlensaurem Kalk und 45·65 kohlensaurer Magnesia.

Der Dolomit ist entweder krystallinisch grob- bis feinkörnig oder dicht, zum Theil sehr deutlich geschichtet, zum Theil massig. Der krystallinisch-körnige Dolomit ist zuweilen reich an accessorischen Bestandtheilen, z. B. an Glimmer, Quarz, Kalkspath, Talk, Schwefelkies u. s. w., er zeigt im Bruch einen Perlmutterglanz und ist an den Kanten mehr oder minder durchscheinend. Der Dolomit ist meistens geblich-weiß bis gelblich-grau und gelb, aber auch grau und braun, sehr selten weiß gefärbt. Er ist dem kohlensauren Kalkstein sehr ähnlich (der weiße, krystallinisch körnige dem Marmor, der dichte dem gewöhnlichen Kalksteine). Dolomit unterscheidet sich vom Kalk durch seine größere Härte, durch sein höheres specifisches Gewicht, durch seinen schwachen Perlmutterglanz und durch sein schwaches, oft kaum bemerkbares Aufbrausen beim Begießen mit kalten Säuren. Soll Dolomit aufgelöst werden, so muß er gepulvert und dann erwärmt mit einer Säure begossen werden.

Als Varietäten des Dolomits sind anzuführen:

1. Die Rauchwacke (Rauhkalk), ein cavernöser Dolomit, welcher von unregelmäßig gestalteten, eckigen Hohlräumen ganz durchzogen ist und daher ein blasiges, zelliges, zerfressenes Aussehen hat. Die Rauchwacke enthält in ihren Hohlräumen Drusen von Kalkspath oder Incrustationen von Dolomitspathkryställchen und ist gelblich-grau, bläulich-grau, dunkel-

grau oder braun gefärbt. Fundorte: im Zechsteingebiete von Thüringen (Altenstein, Hohlenstein), in der Grauwackenzone der Alpen (Weinzettel- und Langewand am Semmering) u. s. w.

2. Der Brecciendolomit, welcher aus dunklen, eckigen Stücken besteht, die durch weiße Dolomitadern miteinander verkittet sind.

3. Der Dolomitsand oder die Dolomitasche, welche aus zersetzten, losen, staubförmigen oder erdigen Dolomitmassen von rauchgrauer oder gelblich-brauner Farbe und mattem Aussehen besteht und nicht selten die Ausfüllmasse der Höhlungen der Rauchwacke bildet. Fundorte: im Zechsteingebiete Thüringens.

4. Der Dolomitische Kalk, in welchem freier, kohlensaurer Kalk enthalten ist.

5. Der Wellendolomit; er besitzt eine wellenförmig gebogene Schichtungsfläche. Vorkommen: über dem Buntsandstein.

6. Der Flammendolomit, ein gelblich-brauner oder dunkelfarbiger Dolomit mit gelben Flammen. Vorkommen: im Keuper Württembergs.

7. Der Gurhofian, ein bei Gurhof und Els in Oesterreich gebrochener kryptokrystallinischer, derber und zelliger, muschelig bis eben brechender, graulich- und gelblich-weißer Normaldolomit mit 54·3 kohlensaurem Kalk und 45·7 kohlensaurer Magnesia; in Els auch mit 4 bis 5% kieselsaurer Thonerde u. s. w.

Der Dolomit ist weit verbreitet; man findet ihn vorzugsweise in der devonischen Formation (Plauen i. S., Wetzlar, Gießen, Eifelgebirge), in der Dyas-Formation (Thüringen mit Grauwacke, festem und sandigem Dolomit und Dolomitasche) in der Trias-Formation (Württemberg, Coburg, bayerische Alpen, Südtirol) in der Jura-Formation (Fränkische Schweiz bei Streitberg und Muggen-

dorf, Württemberg, Hannover am Kahlenberge). Als **Fundorte** sind ferner noch zu nennen: St. **Gotthard**, **Brenner**, **Grainer** in Tirol, **Schweinsdorf** bei Dresden, **Freiberg**, **Joachimsthal**, **Glücksbrunn**, Leinethal zwischen **Hannover** und **Göttingen** (besonders in der Nähe der Eisenbahnstation Freden), Toscana.

Der Dolomit bildet häufig groteske Felsen, Schluchten und Höhlen z. B. im Fränkischen Jura (bei Muggendorf und Gailenreuth, Höhlen mit Unmengen von Knochen diluvialer Bären, Hyänen u. s. w.), in der Schwäbischen Alp, im Fassathal in Tirol, in den Cevennen Südfrankreichs u. s. w.

Der weiße krystallinisch-körnige und politurfähige Dolomit wurde in früheren Zeiten vielfach als Statuenmarmor verwendet. Den **körnigen** Dolomit, welcher meistens den schädlichen Einflüssen der Luft und des Wassers kräftig widersteht und nur in Groß- und Fabriksstädten durch die schwefelige Säure des massenhaften Steinkohlenrauches angegriffen wird, benutzt man, wenn er nicht zerklüftet ist, zu Quadersteinen (Bahnhof München, Festung Ingolstadt, Parlamentsgebäude zu London), zu Säulen, Kapitälen, Ornamenten, Monument-Sockeln, Grabdenkmälern, Wasserbassins u. s. w. Zu diesen Gegenständen eignet sich der **dichte** Dolomit meistens weniger, da er in der Regel mehr zerklüftet und weniger wetterfest ist. Beide Arten geben aber unter Umständen einen recht brauchbaren hydraulischen Kalk und werden zu diesem Zwecke dann wie gewöhnlicher Kalkstein gebrannt.

Die an der Luft zu einer sandigen Masse zerfallenden und zerreiblichen Dolomite werden statt des Quarzsandes bei der Bereitung von Mörtel, sowie zum Düngen der Wiesen verwendet.

Ueber die **Festigkeiten** einiger Dolomite giebt nachfolgende Tabelle näheren Aufschluß.

Tabelle XV.

Fundstätte	Druckfestigkeit in Kilogramm pro 1 cm^2	Schubfestigkeit (S), Biegungsfestigkeit (B) und Zugfestigkeit (Z) in Kilogramm pro 1 cm^2	Untersuchung ausgeführt
Pappenheim	⊥ 1300; ∥ 1180	S = ⊥ 60; B = ⊥ 180; Z = ∥ 28	Kgl. techn. Hochsch. z. München
Fischbrunn bei Hersbruck (Findlinge)	— 790 bis 880	S = — 70; B = — 95; Z = — 12	"
Artelshofen . . . . . (Findlinge)	— 650	S = — 90; B = — 74; Z = — 16	"
Steinberg bei Königstein (Mittelfranken) . . (Findlinge)	— 450	S = — 50; B = — 90; Z = — 10	"
Prupbach bei Königstein (Findlinge)	— 790	S = — 66; B = — 65; Z = — 16	"
Rehberg bei Velden (Mittelfranken) . . . (Findlinge)	— 620	S = — 48; B = — 83; Z = — 11	"
Lohstadt bei Kehlheim . (Findlinge)	⊥ 980	S = ⊥ 55; B = { ⊥ 69 / + 69 }; Z = { ⊥ 32 / ∥ 15 }	"
Tettenborn bei Sachsa .	lufttrocken = 1117 (Probekörper 6×6×6 *cm*)	—	Kgl. Prüfungsstation Berlin
Amt Lauenstein am Ith .	lufttrocken = 804 wassersatt = 673 (spec. G. = 2·581) (Probekörper 6×6×6 *cm*)	Wasseraufnahme in 125 Stunden = 1·5 Procent, Härte = 8—9	"

Das specifische Gewicht liegt zwischen 2·58 und 2·95.

Erwärmt man den Dolomit um 1° C., so dehnt er sich um 0·000035 seines Volumens aus.

---

§ 32. Die Mergelgebilde.

Die aus einem innigen Gemenge von kohlensaurem Kalk oder Dolomit und Thonerde mit mehr oder weniger reichlichem feinen Quarzsande oder feinen Gimmerblättchen bestehenden, häufig auch Glaukonitkörner, Schwefelkies, Manganoxydul u. s. w. enthaltenden, oft bituminösen Mergel sind entweder locker oder dicht, erdig oder schieferig, stengelig oder kegelförmig-schalig ausgebildet, nicht selten von Kalkspathadern durchzogen oder mit Einlagerungen von Hornsteinknollen versehen und theils reich, theils arm an Versteinerungen.

Die Mergel, welche beim Anhauchen stark nach Thon riechen, sind entweder einfarbig: grünlich, gelblich und braunroth (durch Eisenoxydul und Eisenoxydhydrat), auch grau bis schwarz (durch Bitumen) oder bunt, gefleckt, geflammt, gestreift und gewolkt. Die dunkelgefärbten Mergelarten bleichen, den Sonnenstrahlen ausgesetzt, und werden fast weiß. An der Luft blättern sich alle Mergel auf und zerfallen in kleine würfelförmige, zuweilen scharfkantige Brocken, welche nach und nach in Mergelerde umgestaltet werden.

Das Gemenge ist ein sehr schwankendes: bald überwiegt der Thongehalt, bald der Kalkspath u. s. w. Je nach der Größe des letzteren lösen sich die Mergel in Säuren leicht, schwer oder gar nicht auf.

Der sehr thonreiche, gewöhnlich weiche, erdige, wasserundurchlässige Mergel wird Thonmergel genannt; zu ihm gehören viele als Letten und Thone bezeichneten Gesteine.

Der nur 20 bis 25% Thonerde und bis 75% Kalkerde enthaltende, meist hellgefärbte, schieferige heißt **Kalkmergel**; zu ihm rechnet man viele Kalksteine z. B. den Plänerkalk, den Solnhofer lithographischen Stein, einige hydraulische Kalke u. s. w. Enthält der Mergel reichliche Mengen Quarzkörner, so nennt man ihn **Sandmergel**; ist er sehr dicht, sehr hart und politurfähig und besitzt er einen muschelig-splitterigen Bruch, so wird er **Steinmergel** genannt; zu letzterem gehört z. B. der florentinische Ruinenmarmor. Ein an schießpulverähnlichen, grünen Glaukonitkörnern reicher Mergel heißt **Glaukonitmergel**, ein Mergel mit vorherrschendem Dolomitgehalt **Dolomitmergel**; letzterer löst sich erst gepulvert und erwärmt in Säuren auf.

Die Mergel bilden neben den Sandsteinen und Kalksteinen die wichtigsten Gesteine aller geschichteten Formationen.

In der **Dyas-Formation** (dem Zechstein) findet man:

Den **Kupferschiefer** oder **bituminösen Mergelschiefer**, ein an Fischresten reicher und daher sehr bituminöser und in Folge dessen schwarzer und dunkelgrauer, durch seinen Reichthum an Kupfererzen (an Kupferkies, Buntkupferkies, Kupferglanz Kupferindig und an gediegenem Kupfer), ferner an Bleiglanz, Schwefelkies, Kupfernickel und gediegenem Silber ausgezeichneter, dünnschieferiger Mergel, welcher in großen Mengen im **Mansfeldischen** gewonnen wird (großartigster Steinbruch-Betrieb, 8000 Arbeiter; Kupferschiefer mit 2 bis 3% Kupfer; jährliche Ausbeute circa 4 Millionen Kilogramm Kupfer!), ferner bei **Eisleben** in Thüringen, **Gera**, **Frankenberg** in Hessen, **Bieber** am Spessart, **Aschaffenburg** u. s. w.

In der **Trias-Formation** (im Keuper) findet man:

Den **Keupermergel** oder **bunten Mergel**, ein vorwiegend grellfarbiger (rother auch grüner, gelber, bläulicher, grauer, brauner) und buntscheckiger (geflammter, gestreifter und

gefleckter), bisweilen Schichten von bedeutender Mächtigkeit bildender Mergel, welcher in der Schweiz (bei Basel), in Baden (im Schwarzwalde), in Württemberg, Thüringen, Böhmen u. s. w. gebrochen wird.

Im bayerischen Gebirge finden sich in der Keuper-Formation graue, sehr versteinerungsreiche Kalkmergel, die zur Bereitung von hydraulischem Mörtel vorzüglich geeignet sind.

In der Jura-Formation, und zwar in der Lias-Formation findet man:

Kalkreiche und bituminöse, mehr oder weniger versteinerungsreiche, dünn- und dickschieferige Mergelschiefer von dunkelgrauer bis schwarzer Farbe, welche durch Ueberhandnehmen von Bitumen in sogenannten Brandschiefer (siehe § 28) übergehen, ferner graue Kalkmergel, Liasmergel, die zur Herstellung von Dachplatten, Cement und Kunststeinen geeignet sind (Staudacher Graben bei Egernbach), die Septarien, welche zur Bereitung von Romancement benutzt werden (England, Neumarkt in der Oberpfalz) u. s. w.

Im braunen Jura finden sich Mergel von grauer bis schwarzer Farbe.

Im weißen Jura kommen vor:

schieferiger Mergel und Mergelkalk von dunkelbrauner Farbe und intensivem Geruch, oft mit Nestern und Streifen von reinem Asphalt erfüllt (Limmer bei Hannover); dünngeschichteter, bunter, gefleckter und geflammter Aptychenmergel, der besonders sich im bayerischen Gebirge vorfindet und zur Herstellung von Cement benutzt wird; grauer oder bläulich-grauer Mergel (Ulm, Blaubeuren, Frankreich u. s. w.); sehr feinkörnige und quarzreiche, hellgefärbte, harte Mergel, mit gleichmäßigem Gefüge, die sehr geschätzte Schleifsteine liefern (Wetzsteine von Ammergau, von Olstadt bei Murnau u. s. w.).

Die Kreide-Formation, welche sehr reich an Mergelgebilden ist, liefert meist graue oder gelblich-weiße, gewöhnlich dünngeschichtete, theilweise glaukonitreiche Mergel, von denen besonders hervorzuheben sind:

Der meist weiße oder hellgraue, weiche und feinerdige, oft glaukonitische und dann grünlich gefärbte Kreidemergel (Recklinghausen, Cösfeld, Ahaus, Südlohn, Haldem, Lemförde u. s. w.);

der grauweiße bis hellgraue, glimmerreiche, oft auch glaukonitische Glimmermergel (Bassin der Loire);

der bläulich- oder gelblich-graue, mit dunklen, wellenförmigen Streifungen und Flammen versehene, quarzsandreiche und schieferige, versteinerungsarme, oft mächtig geschichtete Flammenmergel, welcher sich vom Harz durch Braunschweig bis in den Teutoburger Wald erstreckt;

der kieselreiche Plänermergel (Westphalen, Schlesien, Sachsen, Böhmen);

der Emscher Mergel (Teutoburger Wald), der Cementmergel;

der Mergelschiefer und der Sewen- oder Inoceramenmergel des bayerischen Alpengebietes, vielfach zur Cementfabrikation benutzt u. s. w.

In der Tertiär-Formation kommen ebenfalls Mergel in oft großer Mächtigkeit vor, so z. B. bei Kufstein, St. Zeno, Reichenhall, am Schliersee, bei Miesbach u. s. w., welche gute Cemente liefern, ferner kalkreiche, harte, muschelig-brechende, gelblich-graue Steinmergel (Rombachthal bei Wörnsmühle, bei Waakirchen, am Peißenberg u. s. w.).

Die Verwendung des Mergels ist eine sehr mannigfache:

Die Kalkmergel dienen zur Bereitung von Luft- und Wassermörtel;

die Thonmergel zum Dichten von Wasserbassins und Leitungen;

die Steinmergel zur Herstellung von Bruchsteinmauerwerk und von Cement;

die Mergel mit 10 bis 60% kohlensaurem Kalk zur Verbesserung des Ackerbodens u. s. w.

Die Härte der Mergelgebilde ist eine sehr verschiedene und in der Regel geringer als die des gewöhnlichen Kalksteines oder Dolomits (kaum = 3).

---

§ 33. Der Gyps, Alabaster und Anhydrit.

Der aus schwefelsaurem Kalke und Krystallwasser bestehende, oft wasserhelle, auch schneeweiße, häufig jedoch durch Beimengungen von Eisenoxyd, Bitumen und Thon röthlich-weiß bis fleisch- und blutroth oder gelblich-weiß, honiggelb bis gelblich-braun oder graulich-weiß bis schwärzlich-grau, selten grünlich oder bläulich gefärbte, auch gefleckte, gestreifte, gewolkte und marmorirte Gyps ist ein Mineral aus der Classe der wasserhaltigen Haloïde. Gyps enthält meist tafelförmige, in sehr dünne, biegsame Blätter spaltbare, aber auch kurz und dick, lang und dünn säulenförmige oder linsenförmige, mehr oder weniger krummflächige, einfache oder Zwillings-Krystalle. Als Gestein ist der Gyps derb, körnig bis dicht, oder faserig, schuppig und erdig, besitzt Glasglanz, zeigt auf seinen Spaltungsflächen Perlmutter- oder Seidenglanz, ist durchsichtig-durchscheinend und hat einen schwierig wahrnehmbaren flachmuscheligen Bruch.

Der Gyps unterscheidet sich von gewissen Kalksteinen durch seine geringere Härte (er läßt sich schon mit dem Fingernagel ritzen), durch seine schwere Löslichkeit in Säuren und

durch den Mangel an Versteinerungen. Gyps löst sich in 380 bis 560 Theilen Wasser auf (in Säuren nicht viel leichter), wird in kochender Lösung von kohlensaurem Kalk vollständig zersetzt, verliert bei gelindem Glühen (bei etwa 133° C.) sein Krystallwasser (gebrannter Gyps) und wird durch starkes Glühen mit Kohle zu Schwefelcalcium reducirt. Pulverisirter, gebrannter (nicht todtgebrannter, d. h. auf etwa 204° C. erhitzter) Gyps mit Wasser zu einem Brei angerührt, verbindet sich wieder mit einer so großen Menge Wasser, als er beim Brennen verloren hatte, und erhärtet schnell zu einer festen Masse.

Die chemische Zusammensetzung ist: 32·56 Kalkerde, 46·51 Schwefelsäure und 20·93 (Aequivalente) Wasser.

Nach der Structur unterscheidet man folgende Varietäten:

1. Den Gypsspath oder späthigen Gyps, welcher gewöhnlich farblos und spaltbar ist, in schiefen rhombischen Flächen krystallisirt und sehr großkörnige, meist linsenförmige Individuen enthält (Vorkommen: bei Reinhardsbrunn in Thüringen, im Salzbezirk von Wieliczka u. s. w.).

2. Das Marienglas oder Frauenglas, ein krystallinisch großblätteriger, ungemein leicht spaltbarer, wasserheller und ganz durchsichtiger Gypsspath mit perlmutterglänzender Spaltungsfläche. Aus ihm fertigt man z. B. Hütchen für Lampencylinder.

3. Den körnigen Gyps oder Alabaster, ein klein- oder fein-, auch zuckerkörniges, an den Kanten häufig stark durchscheinendes, perlmutterglänzendes oder schillerndes Gestein, das entweder schnee-, graulich- oder gelblich-weiß oder dunkel gefleckt, geadert, gestreift, geflammt und gewolkt oder — bei Vorhandensein von bituminösen Stoffen — auch rauchgrau, braun bis schwärzlich gefärbt ist (Stinkgyps).

Der körnige Gyps enthält (wie der dichte) als zufällige Gemengtheile häufig Bergkrystall (z. B. bei Fahnern in Thüringen), Boracit (z. B. bei Lüneburg), Aragonit, Cölestin, Glimmer, Talk, Steinsalz, Schwefelkies und Schwefel (z. B. auf Sicilien und in Spanien).

Der Alabaster läßt sich sehr leicht bearbeiten (mit einem scharfen Eisen, mit Raspeln und Feilen, weniger mit Meißel und Hammer), leicht zerschneiden (hauptsächlich nur mit Sägen) und auf der Drehbank zurichten. Um ihn zu glätten, schabt man ihn mit einem Schabeisen und reibt ihn zunächst mit Schachtelhalmen, dann mit einem feuchten Leinwandlappen, auf welchen weißgebranntes und gepulvertes Hirschhorn oder Alabasterpulver oder — besser — Perlmutterpulver oder Talkstaub gestreut ist. Soll diese so geglättete Oberfläche noch polirt werden, so reibt man sie mit einem Brei aus venetianischer Seife, feingeschabter Kreide und etwas Wasser.*) (Siehe Band II, Bearbeitung der Gesteine.)

Der Alabaster findet häufig Verwendung zu Statuen, Reliefs, kleinen Säulen, Schalen, Vasen, Kandelabern, Pendulen, Bechern, Leuchtern, zu Tischplatten und kleineren Decorationsstücken im Inneren der Gebäude u. s. w.**) Da er jedoch der Witterung nur einen geringen Widerstand entgegenzusetzen vermag und sich im Wasser auflöst, so darf man Alabaster nicht im Freien belassen, dem Regen und der feuchten Luft aussetzen.

Der Alabaster wurde schon im classischen Alterthume zu Kunstwerken mannigfacher Art verarbeitet: zu Vasen und Gefäßen für Salbe und Schminke (Aegypten), zu Gefäßen

---

*) Siehe Karmarsch' und Heeren's technisches Wörterbuch, III. Auflage 1876; Band I., S. 61 u. 62.

**) Bedeutende Alabaster-Industrie in Florenz.

für Essenzen und Parfums (Griechenland), zur Bekleidung von Wänden, zur Herstellung von Reliefs u. s. w. Erwähnt seien die kolossalen, mit assyrischen Reliefs geschmückten Alabasterplatten an den Backsteinwänden der Paläste im alten Niniveh und die ägyptische Statue im Museum zu Paris. Von neueren Kunstwerken sind hervorzuheben die Platte und die Säulen am Altar der Schloßcapelle zu Berlin aus orientalischem Alabaster, welcher dem Könige Friedrich Wilhelm IV. von dem Vice-König von Aegypten, Mehemed Ali, geschenkt wurde. Auch die 2 großen Säulen und 2 Wandpfeiler in derselben Capelle sind aus Monolithen dieses kostbaren Gesteins hergestellt.

Der Alabaster findet sich vornehmlich in Volterra, in Toscana, (schneeweiß, grau marmorirt, ölgelb oder braun, ziemlich stark durchscheinend), bei Liebenburg in der Nähe von Goslar (weiß mit grauen Adern, oft auch fleischroth untermischt, ferner deutlich marmorirt grau und roth), bei Ruhla im Thüringer Wald, bei Eisenach, bei Altenstein in Meiningen, im Kreise Schmalkalden, bei Derby in England (weiß, oder marmorirt) u. s. w.

Antiker Alabaster wurde bezogen von Aegypten am Rothen Meer (lichtgelb und weißgeadert, halb durchsichtig; orientalischer Alabaster), von Alikante und Valentia in Spanien, von Trapani auf Sicilien (milchweiß, durchsichtig wolkig) u. s. w.

Das specifische Gewicht des Alabasters schwankt zwischen 2.611 und 2·876.

4. Den Fasergyps oder das Federweiß mit parallelfaserigem, perlmutter- und seidenglänzendem Gefüge, mehr oder weniger durchscheinend, weiß, auch gelb, grau, roth bis braun gefärbt. Sehr lebhaft glänzenden Fasergyps nennt man Atlasgyps, ein Gemisch von Fasergyps und Thon Thon-

gyps. Der feinfaserige Gyps wird zu Perlen und anderen Schmucksachen verarbeitet.

5. Den aus feinen Blättchen bestehenden, sehr lockeren Schaumgyps.

6. Den erdigen Gyps, erdig, weiß oder gelblichgrau, häufig sehr thonhaltig.

7. Den dichten Gyps, ein äußerst feinkörniges bis dichtes, gewöhnlich schneeweißes oder weißgraues, aber auch verschieden gefärbtes und gezeichnetes Gestein mit durchscheinenden Kanten, und mit derbem und im kleinen splitterigem Bruch, das oft sehr reich an accessorischen Bestandtheilen ist (siehe ad 3) und auf der Bruchfläche einen Schimmer zeigt.

Der dichte Gyps wird, gebrannt und mit Wasser angemacht, als Mörtel zum Verputz innerer Wände verwendet sowie zum Aufbau von Ziegelsteinmauern (namentlich in Frankreich), ferner zur Herstellung von Fußboden-Estrichen, Zimmerdecken-Stuccaturen, zu Büsten, Figuren aller Art, Abgüssen und Modellen, als Ueberzug von eisernen Säulen zum Schutze gegen Feuer, zur Bereitung von künstlichem Marmor (Gypsmarmor, Stucco), zu Kitten und Glasuren und im rohen Zustande zum Klären von Flüssigkeiten, zum Düngen von Feldern und Wiesen, in der Papierfabrikation u. s. w. Zu Bausteinen ist er seiner geringen Wetterfestigkeit wegen nicht geeignet.

Der Gypsmörtel gewinnt an Festigkeit, wenn man zu seiner Bereitung statt des gewöhnlichen Wassers Alaunwasser nimmt, und er erhärtet langsamer, wenn dem Wasser etwas Borax zugesetzt wird. (Gesättigte Boraxlösung mit zwölf Volumen Wasser verzögert die Erhärtung um etwa 15 Minuten, gleiche Theile gesättigter Boraxlösung und Wasser um etwa 10 Stunden.) Wasserglaslösung darf mit Gyps nicht in Berührung kommen.

Der Gyps tritt in der Regel ohne Schichtung auf und bildet als Gestein meistens linsenförmige oder unregelmäßige Stöcke begleitet von Anhydrit, Steinsalz und Thon, auch Zwischenlagen von verschiedener Dicke im Gestein und findet sich hauptsächlich in der Dyas-, Trias- und Tertiärformation. In der Dyasformation kommt er vor im Harz in einem 6 Meilen langen Felsenwall von Sangerhausen bis Osterode (Zechstein- oder Schlottengyps), in Thüringen bei Reinhardsbrunn, bei Wimmelburg (domartige Gewölbe und Höhlen), ferner bei Lübthern in Mecklenburg-Schwerin, bei Exin und Inowraclav in Posen, bei Sperenberg in der Provinz Brandenburg u. s. w.; in der Buntsandsteinformation: bei Jena, im Thale der Unstrut u. s. w.; im Muschelkalk: bei Lüneburg in Hannover, Segeberg in Holstein (bituminöser Gyps), Bayreuth in Franken, Zweibrücken in der Rheinpfalz (mit Anhydrit) u. s. w.; im Keuper: bei Bergheim und Reichenweiher im Oberelsaß, Waltenheim im Unterelsaß, Königsmachern und Groß-Tännchen in Lothringen, Untertürkheim, Asperg, Heilbronn, Eltingen, Herrenberg, Horb, Sulz und Rottweil in Württemberg, bei Tegernsee, Länggries, Kochelsen, Oberau, Partenkirchen, Füßen, Pfronten und Hohenschwangau in Bayern; in der Juraformation: nur an einigen wenigen Orten und in untergeordnetem Maße; in der Kreideformation: desgleichen; in der Tertiärformation: von Dirschel in Oberschlesien bis zum Dnjestr in Podolien in einem 60 Meilen langen Gürtel, in den Karpathen, bei Aix in der Provence, am Montmartre von Paris, in Spanien, Aegypten u. s. w.

Sehr schöne krystallinische Varietäten werden bei Girgenti, Bex in der Schweiz, Oxford, Kaden, Toskana,

Kolosoruk, Tschermig und Raudnitz in Böhmen u. s. w. gefunden.

Die Druckfestigkeit des Gyps ist eine geringe; sie beträgt durchschnittlich 50 bis 70 *kg* pro Quadratcentimeter Fläche; die des Gypsmörtel circa 50 *kg* pro Quadratcentimeter.

Das specifische Gewicht des Gesteins ist 2·2 bis 2·96, das des gegossenen, trockenen Gypses 1·7 bis 2.

Die Härte ist = 1·5 bis 2.

Beim Erwärmen um 1° C. dehnt sich der Gyps um 0·000028 seines Volumens aus.

Zu erwähnen ist noch der **Anhydrit**, ein wasserfreier, grobkörniger bis dichter, mit Gyps vergesellschafteter, harter (Härte = 3 bis 3·5), schwefelsaurer Kalk von weißer, hellrother, hellgrauer oder hellblauer Farbe.

Fundorte: Osterode am Harz, Staßfurt bei Magdeburg, Lüneburg, Bayreuth, Zweibrücken, Sulz am Neckar, Hall in Tirol u. s. w.

Der Anhydrit hat für die Technik nur eine sehr geringe Bedeutung.

---

§ 34. Die Sandsteine.

Der zu den Trümmergesteinen gehörende Sandstein (Quarzpsammit) besteht aus scharfeckigen oder abgerundeten, zuweilen auch krystallinischen, erbsengroßen bis mikroskopisch kleinen Körnern von Quarz, welche durch ein kieseliges, eisenschüssiges, kalkiges, mergeliges, glaukonitisches u. s. w. Bindemittel von wechselnder Menge zu einem mehr oder minder festen Gestein verkittet und theils gleichförmig, theils abweichend gelagert sind. Besitzen die rundlichen, beziehungsweise scharfeckigen Quarzstücke mehr als Erbsengröße, so nennt man das

Trümmergestein Quarz-Conglomerat (siehe § 35), beziehungsweise Quarz-Breccie (siehe § 36). Der Sandstein ist mehr arm als reich an organischen Ueberresten und Pflanzenabdrücken und führt häufig Einlagerungen von Kalkspath, Feldspathkörnern, Glimmerblättchen, Glaukonitkörnchen, Brauneisenerz, Blei und Kupfererzen, ferner rundliche Einschlüsse von rothem und grünem Thon (sogenannten Thongallen), Concretionen von Hornstein, Kugeln von Schwefelkies, Steinkerne von Conchylien u. s. w.

Von dem Bindemittel (Kitt, Cement), das bald vorherrscht, bald aber in sehr geringen Mengen vorkommt, ja zuweilen auch ganz fehlt, hängt die Härte, die Festigkeit, die Porosität und die Farbe ab. Nach seiner Beschaffenheit und nach der Art der Einmengungen unterscheidet man zunächst:

1. Den kieseligen oder quarzigen Sandstein mit einem kieseligen, auch hornsteinartigen, meistens sehr sparsam vorhandenen und sehr festen Bindemittel. Er ist weiß oder grau gefärbt, sehr hart, fest und dauerhaft und wird vorzugsweise zu Mühlsteinen verarbeitet (Mühlsteinsandstein). Man findet ihn in Bänken und in losen Blöcken in der Kreide- und Braunkohlenformation. Häufig besitzen seine Quarzkörner Krystallform und wird er dann krystallinischer Quarzsandstein oder Krystallsandstein genannt. Letzterer besteht aus lauter krystallinischen Quarzkörnern, bisweilen auch aus vollständig ausgebildeten Quarzkrystallen, welche durch ein kieseliges, gewöhnlich äußerst spärlich vorhandenes Bindemittel verkittet sind. Hierher gehört z. B. der Sandstein aus der unteren Triasformation der Vogesen.

2. Den eisenschüssigen Sandstein, dessen Bindemittel aus Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat oder aus beiden mit etwas Thon und Kalk besteht und ziemlich fest und

dauerhaft ist. Dieser dunkelgelbe, rothe oder braune Sandstein kommt in allen Gesteinsformationen vor und enthält zuweilen so reichliche Mengen an Eisen, daß er als Eisenstein verwendet werden kann.

3. Den kalkigen Sandstein. Das Bindemittel ist ein meistens krystallinisch abgelagerter Kalk (entweder dichter Kalk oder nur großblätteriger Kalkspath oder Dolomit oder Eisenbraunkalk); es ist fest und dauerhaft, jedoch nur spärlich vorhanden und macht höchstens bis 30% der ganzen Gesteinsmasse aus. Besteht das Bindemittel neben kohlensaurem Kalk auch noch aus Dolomit, so entsteht der dolomitische Sandstein. Der Kalksandstein ist sehr verbreitet, besitzt gewöhnlich eine weiße oder graue Farbe und dient besonders als Material für den Steinmetz und den Bildhauer. An der Seeküste und in Städten, in welchen große Massen von Steinkohlen verbrannt werden, zersetzt er sich leicht durch Einwirkung der Salzsäure beziehungsweise schwefeligen Säure.

4. Den thonigen Sandstein mit einem thonigen, geringe Kittkraft und geringe Wetterfestigkeit besitzenden Bindemittel, das oft Eisen enthält und das Gestein grau, gelb, grün, roth, auch fleckig, streifig u. s. w. färbt. Zu diesem, meist feinkörnigen, weichen, beim Anhauchen deutlich nach Thon riechenden Thonsandstein gehören die Buntsandsteine der Dyas-, Trias- und Steinkohlenformation, die bisweilen erzreich sind und gewöhnlich einen guten Bau- und Bildhauerstein liefern, sowie für pyrotechnische Zwecke recht brauchbar erscheinen.

5. Den kaolinischen Sandstein mit einem kaolinartigen, aus verwitterten Feldspathen herrührenden Bindemittel. Dieser Sandstein ist meist mürbe und wenig wetterfest, und es tritt häufig sein Bindemittel so reichlich auf, daß es abgeschwemmt wird, um als Porzellanthon verwendet zu werden

(z. B. in Pilsen). Der Kaolin-Sandstein wird auch zur Herstellung von Feuerwerkskörpern benutzt. Man findet ihn in der Steinkohlenformation Böhmens sowie im Rothliegenden. Hierher gehört auch der sogenannte Arkose-Sandstein, welcher aus grauen Quarzkörnern, röthlichem, bisweilen zu Kaolin zersetztem Orthoklas und Glimmerblättchen besteht und ein thoniges, kaolinartiges oder kieseliges Bindemittel besitzt. Der Arkosesandstein kommt besonders in der Nähe von Granit vor und findet sich in der Steinkohlen-, Buntsandstein- und Tertiärformation.

6. Den mergeligen Sandstein mit einem reichlich vorhandenen, thonig-kalkigen Bindemittel, von dessen Beschaffenheit und Menge die Festigkeit und Dauerhaftigkeit des Gesteins abhängt. Meistens ist das letztere weich und wenig wetterbeständig.

7. Den glaukonitischen Sandstein (Grünsandstein, Greensand) mit einer größeren oder geringeren Beimengung von hirsekorngroßen, schießpulverähnlichen, arsen- bis dunkellauchgrünen Glaukonitkörnchen und mit kalkigem, thonigem oder mergeligem Bindemittel. Dieser Grünsandstein wird sehr viel im Baufach und zuweilen, wenn er reich an Glaukonit ist, auch als Düngemittel benutzt. Sehr verbreitet ist das Gestein besonders in der Kreide-Formation; es kommt aber auch in der Tertiär-Formation vor (Molassesandstein der Schweiz).

8. Den Glimmersandstein, ein mit Glimmerblättchen angefüllter Sandstein, welcher bei reichlicher Einsprengung von Glimmer ein schieferiges Gefüge erhält und zum sogenannten Sandsteinschiefer wird.

9. Den bituminösen Sandstein mit einem Bindemittel aus bituminösem Thon oder Kalk oder aus Asphalt.

Nimmt das thonige Bindemittel zu, so bildet der Sandstein den Uebergang zum Thon, bei Zunahme des kalkigen

Bindemittels zum Kalk, des mergeligen zum Mergel. Nimmt das kieselige Bindemittel ab, so wird aus dem Kieselsandstein Quarzit oder loser Sand. Wächst die Größe des Kornes, so entstehen Conglomerate oder Breccien.

Die Sandsteine zeigen meistens eine sehr deutliche Schichtung, bilden mächtige Ablagerungen von dünnen Platten bis zu dicken Bänken, welche dem Gesteine ein fast massiges Aussehen verleihen, und sind die Hauptgesteine vieler Flötz-Formationen, in welchen sie mit Schieferthonen, Thonschiefern, Kalksteinen, Mergeln, Steinkohlenflötzen u. s. w. wechsellagern. Häufig sind die Sandsteine senkrecht zu ihrer Schichtungsebene zerklüftet, wodurch oft regelmäßige, quader-, säulen- und pfeilerartige Absonderungen entstehen (z. B. Quadersandstein im Bieler Grund u. s. w. der sächsischen Schweiz, von Adersbach, Weckelsdorf, der Teufelsmauer im Harze). Nicht selten besitzen auch die Sandsteine eine schieferige Structur, eine bänderartige Abstufung und Streifung, hervorgerufen durch eine lagenförmige Vertheilung von Glimmerblättchen (Sandsteinschiefer), durch eine lagenweise Aenderung der Größe der Quarzkörner und durch eine lagenförmige Vertheilung der Farbstoffe (Eisenoxyd, Bitumen u. s. w.). Die Sandsteine besitzen, frisch aus dem Bruch kommend, meistens viel Bergfeuchtigkeit; sie sind dann in Folge ihrer geringen Härte und Festigkeit, die übrigens beim Trocknen der Steine an der Luft allmälich wachsen, sehr leicht zu bearbeiten.

Häufig theilt man auch die Sandsteine nach ihrem geognostischen Alter ein; man erhält alsdann folgende Reihenfolge:

I. Grauwackengebirge (Silur- und Devon-Formation).

1. Grauwacke.

Die Grauwacke ist ein meist körniges, deutlich geschichtetes, zuweilen dickschieferiges, gewöhnlich dunkelgrau gefärbtes, aber

auch weißes, gelbes, rothbraun und grau oder auch roth und grün geflecktes, gestreiftes oder gewölktes Gestein, das aus einem Gemenge von scharfkantigen oder runden Quarz-, Kieselschiefer- und Thonschieferbrocken besteht, welche mit einem, gewöhnlich nur spärlich vorhandenen und wenig sichtbar hervortretenden, zähen, kieselig-thonigen oder kieseligen, oft durch feinvertheilten Anthracitstaub dunkelgrau gefärbten Bindemittel verkittet sind. Häufig enthält die Grauwacke Beimengungen von Feldspathkörnern, zuweilen auch von anderen krystallinischen Gesteinsstücken und von parallel lagernden Glimmerblättchen und sie ist oft von verschiedenartig sich kreuzenden Quarzadern durchzogen.

Als Varietäten der Grauwacke sind anzuführen:

a) das Grauwackenconglomerat, eine aus Geröllen von Quarz, Thonschiefer, Kieselschiefer, Granit u. s. w. bestehende grobkörnige Grauwacke;

b) die schieferige Grauwacke und der Grauwackenschiefer, ein außerordentlich feinkörniges, schieferiges, dick- oder dünnspaltbares, meist glimmerreiches Gestein;

c) die dichte Grauwacke, ein fast dicht erscheinendes, gewöhnlich grau gefärbtes, thonähnliches Gestein mit thonigem Bindemittel.

d) der Grauwacken-Sandstein, ein hauptsächlich aus klein- bis feinkörnigen, scharfkantigen Quarzstücken bestehendes, zuweilen mit Feldspath- und Kaolinkörnern und auch mit weichen Glimmerblättchen angefülltes, meist grau und weiß gefärbtes, aber auch buntes, gestreiftes, gebändertes, geflecktes und gewolktes Gestein, dessen Bindemittel Kiesel, Thon und Kaolin, Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat oder Kalk ist.

Dieser gewöhnlich sehr harte und feste und sehr schwer zu bearbeitende Grauwackensandstein ist zum Theil sehr reich, zum Theil sehr arm an organischen Ueberresten, bildet mit

Thon- und Grauwackenschiefer die Hauptmasse der Grauwackengebirge und geht bei innigem Verwachsen der Quarzkörner in Quarzit über. Meist tritt er in dünnen Schichten mit zahlreichen Absonderungen auf, so daß aus ihm große Quadern nicht gewonnen werden können.

Fundorte der Grauwacke finden sich in der Rheinprovinz bei Wissen, Schladern und Eitorf im Siegthale, bei Wipperfürth, im Blaubachthale bei Barmen, bei Engelskirchen, am Naheufer bei Hochstetten, in Westphalen bei Arnsberg, in Nassau bei Dillenburg, im Harz im Thale der Innerste, besonders bei Wildemann nahe Clausthal (bedeutendste Fundstätte im Harze), bei Ermsleben unfern Ballenstedt, bei Elbingerode und an mehreren Stellen des Südharzes, im Thüringerwald, im Schwarzwald, in Bayern am rauhen Berge bei Pressig in Oberfranken, in den Sudeten u. s. w.

Die Grauwacke liefert bei kieseligem Bindemittel ein ausgezeichnetes Material für Quadersteine, Säulen, Gesimse u. s. w., ferner für Grundbauten, Chaussirungen und Straßenpflasterungen, endlich in ihren quarzreicheren Sorten für Mühlsteine (rheinische Mühlsteine). Bei thonigem Bindemittel ist sie weniger hart und von geringerer Dauer; sie geht dann in Grauwackenschiefer über, welcher zu Bruchsteinen, Bodenbelägen, Wetzsteinen u. s. w. verarbeitet wird.

Die Druckfestigkeit des Grauwackensandsteins ist eine sehr hohe, sie kann im Mittel zu 1270 *kg* pro Quadratcentimeter Fläche angenommen werden.

In nachfolgender Tabelle ist dieselbe für einige Grauwacken angegeben.

Tabelle XVI.

Fundstätte	Specifisches Gewicht	Druckfestigkeit in Kilogramm pro 1 cm^2	Größe der Probekörper in Centimeter	Wasseraufnahme (W) in 125 Stunden in Procenten, Härtegrad (H)	Untersuchung ausgeführt
Gogarten	2·7	l = 1207, w = 1231	6×6×6	W = 0·90	Kgl. Prüfungsst. Berlin
Kaiserau am Duvenberg .	2·579	l = 1164, w = 1143	"	W = 0·80, H = 7—8	"
Ründeroth in Rheinpreußen (dunkelgraue Grauwacke)	2·502	l = 977, w = 986	"	W = 0·90, H = 7—8	"
Lautenthal am Harz † .	—	l = 1064	"	—	"
Rammelsberg bei Goslar	2·75—2·77	l = 1011, w = 944	"	W = 1·01, H = 6—7	"
Wildemann im Harz . .	2·67	l = 767, w = 705 (und mehr)	"	W = 0·70, H = 7	"
Roloffsthal im Harz . .	2·69—2·73	l = 608, w = 638	"	W = 0·70, H = 6	"
Rauher Berg bei Pressig (grobkörnig, schwarzgrau)	—	⊥ 1450, ‖ 1000 (Schubf. = —102)	—	—	Kgl. techn. Hochschule zu München.
Desgleichen (hellfarbig) .	—	⊥ 2100	—	—	"
Hochstetten bei Kreuznach	—	2300 bis 3000	—	—	"

Das specifische Gewicht schwankt zwischen 2·5 und 2·8, die Härte zwischen 6 und 7 bis 8.

In der Unter-Silur-Formation (Nordamerika's) findet sich der sogenannte Potsdam-Sandstein, welcher z. B. in New-York vielfach verwendet wird; im Obersilur der Medina-Sandstein, der Clinton-Sandstein, der schieferige Catskill-Sandstein, der Oriskany-Sandstein u. s. w.; letztere sind für die Technik von geringerer Bedeutung.

Feuerfeste Sandsteine, die zu Hochofen-Gestellsteinen und anderen Feuerungsanlagen gut benutzt werden können, entstammen der Mittel-Devon-Formation.

II. Steinkohlen-Formation.

2. Kohlensandstein.

Der Kohlensandstein ist ein klein- bis feinkörniges, oft conglomeratartig, zuweilen auch arkoseartig ausgebildetes, meist hellgrau gefärbtes, gewöhnlich regelmäßig geschichtetes, Versteinerungen und Pflanzenabdrücke enthaltendes Gestein aus Quarzkörnern, welche mit einem vorherrschend thonigen, glimmerhaltigen Kitt verbunden sind. Das Gestein bildet in der Steinkohlen-Formation starke Flötze.

Wegen seines thonigen Bindemittels ist der Kohlensandstein weniger hart und weniger widerstandsfähig gegen die Einflüsse der Witterung, und daher auch weniger brauchbar als der Grauwackensandstein. Steine aus nicht schon bewährten Brüchen müssen vor ihrer Verwendung zu wichtigeren Bauten sorgfältig auf ihre Wetterfestigkeit geprüft werden. Die conglomeratartigen Kohlensandsteine (von Ibbenbüren im Regierungsbezirk Münster, von Wyrow, Orzescha und Radoschau im Regierungsbezirk Oppeln u. s. w.) werden zu Mühlsteinen verarbeitet; die arkosehaltigen aus dem Pilsener Bassin liefern verwittert Porzellanerde; die aus der Nahegegend stammenden geben

vorzügliche Quadersteine. Feuerfeste Steine werden im Ottweiler Kreise im Regierungsbezirk Trier aus mehreren Steinbrüchen gewonnen.

Der Kohlensandstein ist häufig auch recht brauchbar zu Straßenbauten; er wurde früher in Berlin in großem Umfange verpflastert und wird noch heute in Magdeburg, Leipzig, Hamburg u. s. w. im Straßenbau viel verwendet.

Fundstätten: in den niederrheinisch-westphälischen Gebirgen (bei Saarlouis, Saarbrücken, im sauerländischen Wald, Arnsberger Wald u. s. w.), in Schlesien (bei Waldenburg und Schweidnitz), in der Grafschaft Glatz (bei Wartha und Glatz), in Thüringen (bei Eisenach), in Böhmen, in Belgien u. s. w. Der bedeutendste Bruch liegt zwischen den Orten Gommern, Plötzky, Pretzien und Dannigkow in der Provinz Sachsen („Plötzky-Sandstein"). Größeren Umfang haben auch die Brüche am Piesberge bei Osnabrück und zu Syburg, Herdecke, Wetter, Witten, Bommern, Kupferdreh, Ueberruhr, Werden im Ruhrgebiete („Ruhrsandstein").

Die Druckfestigkeit u. s. w. ist aus Tabelle XVII (S. 207) ersichtlich.

III. Dyas-Formation.

3. Sandstein des Rothliegenden, Weißliegenden und Grauliegenden.

Der aus scharfkantigen Körnern von Quarz, Hornstein und Kieselschiefer, zuweilen auch aus eckigen Feldspath- oder Kaolinkörnern bestehende, mehr oder weniger mächtig und deutlich geschichtete Dyas-Sandstein besitzt gewöhnlich ein thoniges, eisenschüssiges, seltener kalkiges oder kaolinartiges, sehr selten kieseliges Bindemittel und ist meist roth oder röthlich-braun, bisweilen auch grünlich, gelb, weiß und grau gefärbt. Die letzteren, durch Auslaugung hervorgerufenen

Tabelle XVII.

Fundstätte	Specifisches Gewicht	Druckfestigkeit in Kilogramm pro 1 cm^2	Größe der Probekörper in Centimeter	Wasseraufnahme (W) in 125 Stunden in Procenten, Härtegrad (H)	Untersuchung ausgeführt
Piesberg bei Osnabrück .	2·58	l = 678 – 969 w = 578	6×6×6	W = 1·41 H = 6 – 7 bis 8	Kgl. Prüfungsstation Berlin
Plötzky bei Magdeburg .	2·59	l = 1178, w = 1211	"	W = 1·8, H = 6	"
Scheder Steinbrüche bei Wetter a. d. Ruhr . .	2·85	l = 1028, w = 1013	"	W = 1·9	"
Umgegend von Westhofen in Westphalen . . .	2·612	l = 502, w = 705	"	W = 1·7, H = 7	"

Farben finden sich in der obersten Zone dieser Sandsteine und Conglomerate, die deshalb auch den Namen **Weißliegendes** oder **Grauliegendes** führt (**Fundorte**: im Mansfeldischen, in Thüringen, Hessen u. s. w.). Häufig findet man in ihr Kupfererze. Zu ihr gehört auch der an Kupfererzen reiche **Kupfersandstein** der russischen Dyas-Formation.

Die Korngröße der Dyassandsteine schwankt zwischen der des feinen Sandes und der der Conglomerate und ist selbst in einer und derselben Schicht häufig ganz verschieden. Ebenso ist die Festigkeit nicht constant: es giebt Steine, die sich leicht zerreiben lassen, und solche, welche eine ganz bedeutende Härte besitzen. Die **feinkörnigen** und **röthlichen** Sorten sind bereits sehr hart und fest, wenn sie aus dem Bruch kommen, und die Festigkeit wächst noch mit zunehmender Trockenheit der Steine. Dyas-Sandsteine sind außerordentlich dauerhaft und sehr schwer zu bearbeiten. Man verwendet sie zu Quadersteinen, Deckplatten, Grund- und Wasserbauten, Beschotterungen und Pflasterungen u. s. w.

Die **Conglomerate** und Varietäten mit **kieseligem** Bindemittel liefern meist recht brauchbare Mühl- und Schleifsteine (z. B. die Steine vom Kornberg und Welda im Regierungsbezierk Cassel).

Feuerfeste Dyas-Sandsteine werden am Kornberge bei Cassel, im Kreise Schmalkaden, bei Vilbel im Großherzogthum Hessen u. s. w. gefunden.

Die Dyas-Sandsteine sind sehr verbreitet. Sie gehen häufig in Schieferthon über. Als **Fundorte** sind anzuführen: der **Schwarzwald**, der **Odenwald** (Darmstadt, Dieburg, Neuhof), der **Spessart**, **Hessen** und **Nassau**, der **Thüringer Wald** (Eisenach u. s. w.), das **Fichtelgebirge**, die **Oberpfalz**, **Mansfeld**, **Schlesien** (im Riesengebirge, zwischen

Lauban und Naumburg, von Gröditzberg bis Schönau), die Vogesen (Weiler, im Breuschthale und am Fuße des Climont) u. s. w.

IV. Trias-Formation.

4. Buntsandstein.

Der Buntsandstein besitzt meistens ein fein- und sehr gleichmäßiges Korn und ist ein deutlich geschichteter, rother, braunrother, gelber, brauner, auch weißer, in verschiedenen Farben streifiger und gefleckter, je nach der Beschaffenheit des Bindemittels fester und quarzithaltiger oder weicher und zerreiblicher oder auch lockerer und im Freien zu losem Sande zerfallender Quarzsandstein mit thonigem, kieseligem oder eisenschüssigem Bindemittel.

Weiß ist das Gestein gefärbt, wenn die dichte Quarzmasse mit einem weißen, thonigen Bindemittel, ziegelroth und rothbraun, wenn sie mit Eisenoxydul, gelb und braun, wenn sie mit Eisenoxydhydrat verkittet ist. Das kieselige Bindemittel bildet auf der Oberfläche der runden Quarzkörner hin und wieder kleine farblose Quarzkrystalle (z. B. bei dem Buntsandstein der Vogesen).

Zuweilen besitzt die Quarzmasse statt der winzigen Quarz-Rollstückchen mehr oder weniger vollkommen ausgebildete Quarzkrystalle (z. B. die Buntsandsteine im Schwarzwalde, in der Rhön, in den Vogesen u. s. w.).

In den unteren Lagen der Buntsandstein-Formation befinden sich am häufigsten kieselige, grobkörnigere, härtere, oft an Porzellanerde sehr reiche, häufig durch Mangan schwarz gefleckte Sandsteine (z. B. die Tigersandsteine des nördlichen Schwarzwaldes und besonders die weißen Buntsandsteine des Thüringerwaldes und des Werrathales, welche das Kaolin für die zahlreichen und theilweise sehr bedeutenden Porzellanmanufacturen dieser Gegend liefern).

Die Buntsandsteine sind oft reich an accessorischen Bestandtheilen. Sehr häufig umschließen sie runde oder eckige Concretionen von Thon (Thongallen), ferner enthalten sie Kalkspath, Braunspath, Baryt, Quarz, Kupfererze, Eisenerze, auch Glimmerblättchen, bei deren massenhaftem Auftreten das Gestein dünnschieferig wird und in Sandsteinschiefer übergeht.

Die mehr oder minder mächtige Schichtung tritt häufig durch eine plötzliche Aenderung der Gesteinsfarbe besonders deutlich hervor und ist nicht selten discordant.

Der Buntsandstein ist sehr verbreitet; er wird gefunden im Schwarzwalde (bei Landshut, Baden-Baden), in den Vogesen (bei Sulzbad an der Breusch, Bruch für das Straßburger Münster), im Odenwalde, im Hardtgebirge der Rheinpfalz (bei Kaiserslautern und Landstuhl), im Spessart, in der Rhön, in der Gegend von Trier, Kronach, Culmbach, Aschaffenburg, Kissingen und Würzburg, von der Gartenau bis Berchtesgaden (feuerfester gelber Sandstein), in der Wesergegend und Maingegend, im Sollingerwalde (Plattensandstein von Höxter und Karlshafen a. d. Weser), bei Stadtoldendorf und Holzminden, im Südharze, im Vogelsgebirge, in der Wetterau, in Thüringen (bei Velpke), an der Saale und Unstrut (Weißenfels und Nebra), an der Diemel zwischen Marsberg und Warburg, bei Scherfelde, Guxhagen und Melsungen an der Bahn Bebra-Kassel, bei Colmar im Elsaß u. s. w.

Der Buntsandstein, besonders der aus den mittleren und oberen Lagen der Trias-Formation, ist ein sehr geschätzter Werkstein, welcher frisch gebrochen sehr weich ist, sich leicht bearbeiten läßt und die Herstellung der feinsten Gliederungen und Ornamente gestattet. Beim Trocknen an der Luft wird er allmählich härter und fester und nimmt im Laufe der Zeit eine herrliche goldbraune, grünlich untermischte Patina

an. Aus Buntsandstein bestehen z. B. die herrlichen romanischen Dome zu Mainz, Worms und Speyer, die gothischen Münster zu Straßburg, Freiburg und Basel, das Heidelberger Schloß, viele Monumentalbauten in Trier, Coblenz, Mainz, Frankfurt a. M., Mannheim, Aschaffenburg, Würzburg, Stuttgart, Karlsruhe, Straßburg i. E. u. s. w.

Man fertigt auch aus den Buntsandsteinen Mühlsteine, z. B. im Herzogthum Sachsen-Meiningen, in Münden in Hannover, in Unterfranken, ferner Schleifsteine, z. B. in der bayerischen Pfalz bei Bubenhausen, Frankenweiler, Neustadt an der Hardt, in Unter- und Oberfranken, im Kreise Kassel, Hersfeld, Schmalkalden, Hünfeld, Gelnhausen, im Großherzogthum Hessen, im Herzogthum Sachsen-Meiningen, in der Provinz Hannover im Solling u. s. w.

Die plattenförmigen Buntsandsteine vom Sollinger Walde (Sollinger Fliesen, Hörtersteine) werden zu Wandbekleidungen, Flurplatten und auch zu Dacheindeckungen benutzt.

Zu Trottoirplatten und Straßenpflasterungen ist der Buntsandstein im Allgemeinen weniger geeignet, weil die Schichten desselben zumeist zu weich sind und sich ungleichmäßig austreten; trotzdem wird er auch hierzu vielfach verwendet.

Die Festigkeiten u. s. w. sind in Tabelle XXIII (S. 212 und 213) aufgeführt.

5. Keupersandstein.

Der Keupersandstein ist ein meist feinkörniger, grauer, grünlicher, gelblicher oder röthlicher Stein mit thonigem und mergeligem Bindemittel, der in mehreren Etagen der Keuper-Formation abgelagert ist. Varietäten:

a) Der Lettenkohlen- oder untere Keupersandstein, ein sehr feinkörniger, fast dicht erscheinender, gewöhnlich gelb-

Ta=

Fundstätte	Specifisches Gewicht	Druckfestigkeit in Kilogramm pro 1 cm^2
Werrathal bei Münden .	2·41—2·44	lufttr.=400, wassers.=353
Solling bei Höxter . .	2·46	l = 630, w = 530
Carlshafen a. d. Weser .	2·548	l = 938, w = 882
Velpke in Braunschweig .	—	l = 1016, w = 990 (Zugfest. = 37 *kg*)
Kronach	—	⊥ 285 bis 340, ‖ 190 (Schubf. = { ⊥ 22 bis 26 *kg* ‖ 13 *kg*)
Saalthal in Unterfranken	—	⊥ 1355, ‖ 1445 (Schubf. = — 100)
Bettingen bei Werthheim	—	⊥ 775 (Schubf. = ⊥ 67, Biegung = ⊥ 115, Zug = ‖ 16 *kg*)
Durlach bei Karlsruhe .	—	⊥ 840, ‖ 570 (Schubf. = ⊥ 33, Bieg. = ⊥ 113 *kg*)
Heigenbrücken b. Aschaffenburg	—	‖ 280 (Schubf. = + 48 *kg*)
Lindenberg bei Neustadt, Pfalz	—	⊥ 560, ‖ 535 (Schubf. = ‖ 14·5)
Annweiler in der Pfalz .	—	⊥ 650, ‖ 530 (Schubf. = 10·5 bis 44, Biegung = ⊥ 31·5 bis 54 *kg*)
Trebgast bei Bayreuth .	—	⊥ 263, ‖ 282 (Schubf. = ⊥ 21, ‖ 11·5 *kg*)
Unterfranken (Aschaffenburg, Kissingen, Würzburg)	—	bis 1060 *kg*

belle XVIII.

Größe der Probekörper in Centimeter	Wasseraufnahme (W) in 125 Stunden in Procenten; Härtegrad (H)	Untersuchung ausgeführt
6×6×6	W = 3·23, H = 4—5	Kgl. Prüfungsstation Berlin
"	W = 3·2	"
"	W = 2·2, H = 7—8	"
"	W = 3·7	"
—	—	Kgl. technische Hochschule zu München
—	—	"
—	—	"
—	—	"
—	—	"
—	—	"
—	—	"
—	—	"
—	—	"

lichgrau gefärbter, mehr oder weniger mächtig geschichteter, an Pflanzenabdrücken reicher Stein von mittlerer Härte, welcher, wenn er in mächtigen Bänken auftritt, als Quader- und Bruchstein vielfach Verwendung findet.

b) Der Schilf- oder mittlere Keupersandstein (Stuttgarter Sandstein, Stubensandstein), ein meist grünlicher oder gelblichgrauer, bisweilen auch rother und dann gestreifter und gefleckter, thoniger Stein mit feinem und gleichmäßigem Korn und sehr reich an Pflanzenresten. Er liefert, wenn mächtig geschichtet, einen sehr brauchbaren Hau- und Bruchstein, der sich sehr leicht bearbeiten läßt und vorzugsweise in Stuttgart und Umgegend verwendet wird. Aus den dünngeschichteten, plattenförmigen, fast schiefrigen Sorten stellt man Fußbodenbeläge her, auch benutzt man sie zu Dacheindeckungen. Die weichen Varietäten dienen in Württemberg als Stubensand.

c) Der obere Keupersandstein (rhätische Sandstein), ein grob- oder fein- und scharfkörniger, hellgefärbter Sandstein mit thonigem, kalkigem oder kieseligem Bindemittel und reich an Zähnen und Knochen von Fischen und Sauriern, welche die Schichtungsflächen sehr häufig dicht bedecken. Dieser Stein ist fest, hart und quarzitartig bei kieseligem, oft weich und zerreiblich bei thonigem Bindemittel und führt nicht selten scharfkantige, röthliche Feldspathkörner.

Der Keupersandstein findet sich vor: am Rhein, an der Weser (bei Rinteln, Hameln), im westlichen Schwarzwald, in Thüringen, im nördlichen Harz, in Lothringen, in England und besonders häufig in Wüttemberg und Bayern (bei Stuttgart, Heilbronn, Tübingen, Hall, Klais bei Mittenwalde, Bayreuth, Ansbach, Nürnberg, Bamberg [Dom aus gelblichweißem Keupersandstein erbaut], Neustadt a. d. Aisch u. s. w.) und bei Coburg. Er wird in allen

diesen Gegenden sehr viel zum Häuserbau benutzt, vorausgesetzt, daß er in mächtigen Lagern auftritt, so daß aus ihnen größere Stücke gewonnen werden können.

Im Allgemeinen läßt sich der Keupersandstein leicht bearbeiten und gestattet bei seinen feinkörnigeren Varietäten die Herstellung einer feinen und scharfen Gliederung. Die kieseligen Sorten liefern ein recht brauchbares Material für Beschotterungen und Pflasterungen der Straßen, ferner für Mühlsteine (Brüche vom Wendelstein bei Schwabach, weißer und gelber Sandstein von Tübingen, Brüche bei Massenricht in der Oberpfalz u. s. w.), für Schleifsteine (Brüche bei Pliningen in Württemberg, Veitlahm in Oberfranken, Hahnbach in der Oberpfalz, Schweißenreuth bei Erbendorf) u. s. w.

Feuerfeste Keupersandsteine werden bei Eßlingen und Heilbronn gebrochen und in Württemberg viel zum Bau von Oefen für metallurgische Zwecke verwendet.

Die Druckfestigkeit kann durchschnittlich zu 1000 *kg* bei den feinkörnigeren, zu 300 *kg* bei den mittelgrobkörnigen, zu 150 *kg* bei den grobkörnigen Keupersandsteinen pro 1 cm^2 Fläche angenommen werden. Die Schubfestigkeit beträgt im Mittel 35 *kg*, die Biegungsfestigkeit durchschnittlich 25 *kg*, die Zugfestigkeit nur 4·5 *kg*.

Das specifische Gewicht schwankt zwischen 2·42 und 2·74.

Die Härte der festesten Sorten liegt zwischen 7—8 und 8—9.

Nachfolgende Tabelle giebt die Druckfestigkeit u. s. w. einiger Keupersandsteine an.

Tabelle XIX.

Fundstätte	Specifisches Gewicht	Druckfestigkeit in Kilogramm pro $1 cm^2$	Größe der Probekörper in Centimeter	Wasseraufnahme (W) in 125 Stunden in Procenten, Härtegrad (H)	Untersuchung ausgeführt
Taubenberg bei Rinteln a. d. W.	2·42—2·74	l=1555—1593 w=1475—1533	6 × 6 × 6	W = 1·1—2·4 H = 8—9	Kgl. Prüfungsst. Berlin
Grubenhagen bei Hameln a. d. W. . . .	2·61	l=1821, w=1721	"	W=0·7, H=8—9	"
Markendorf	2·57	l=1004, w=1023	"	W=0·8, H=8—9	"
Linne am Linnerberg . .	2·61	l=767, w=796	"	W=0·62, H=8—9	"
Derenberg bei Schwöbber	2·59	l=798, w=777	"	W=1·44, H=7—8	"
Dornhan bei Sulz (Schilfsandstein)	—	⊥ 606, ‖ 440 (Schubf. = ⊥ 75, + 38, ‖ 52 *kg*)	—	—	Kgl. techn. Hochschule zu München
Mögeldorf bei Nürnberg (mittelgrobkörnig. Burgsandstein)	—	⊥ 273	—	—	"
Schwarzachbrücke an der Neumarkt-Nürnberger Ostbahn (Stubensandstein, mittelgrobkörnig)	—	⊥ 270	—	—	"
Neppersreuth b. Nürnberg (grobkörnig. Bausandstein)	—	⊥ 137	—	—	"
Coburg (feinkörniger S.)	—	⊥ 316, ‖ 262 (Schubf. = ⊥ 16, + 16·5, ‖ 13 *kg*, Biegung = ⊥ 30, Zug = ‖ 3·6-5·5 *kg*)	—	—	"

V. Juraformation.

6. Die Sandsteine der Juraformation

treten in mannigfachen Varitäten auf.

Im schwarzen Jura oder Lias findet man vorzugsweise feinkörnige und meist feste, oft glimmerreiche und dann dünnplattige, gewöhnlich weiße, hellgelbe, gelblichgraue Sandsteine mit thonig-eisenschüssigem, oft sehr spärlich vorhandenem Bindemittel. Sie liefern ein ganz vorzügliches Material für Hau- und Bruchsteine.

Fundstätten: in Braunschweig (Helmstedt), in Hannover (Hildesheim), bei Coburg, in Thüringen (bei Seeberg unfern Gotha, zwischen Eisenach und Kreuzburg), in Westphalen (Porta westfalica), in Bayern (Lemberg, Bayreuth), in Hohenzollern, in Luxemburg u. s. w.

Im braunen Jura oder Dogger treten meist feinkörnige und weiche, seltener feste, gewöhnlich eisenschüssige, hellgelbe, braungelbe, braunrothe, braune, auch dunkelgraue Sandsteine mit thonigem oder mergeligem Bindemittel auf, welche nur zuweilen für Bauzwecke geeignet erscheinen. Die helleren und härteren Sorten führen meistens kohlensauren Kalk und gehen allmählich in Kalkstein über.

Fundorte: Schwaben, Franken, Westphalen (bei Lübbecke, an der Porta westfalica), Polen u. s. w.

Im weißen Jura oder Malm kommen Sandsteine spärlicher vor; sie sind gewöhnlich reich an Glaukonitkörnern und dann fast grasgrün gefärbt, auch enthalten sie viele Concretionen von Hornstein.

Fundorte: in Mähren bei Blansko u. s. w.

In der Wealdenformation, welche zwischen der Jura- und der Kreideformation liegt, befinden sich mittelfeinkörnige, lichtgelbe oder grauliche, in dickeren Schichten abgelagerte, sehr feste und dauerhafte Sandsteine, welche meistens nicht

nur ein ganz vorzügliches Baumaterial, sondern auch gute Schleifsteine (z. B. am Süntel im Fürstenthum Schaumburg-Lippe) und brauchbare Mühlsteine (z. B. am Osterwald bei Elze) liefern.

Fundorte: Deistergebirge in Hannover (Deistersandstein oder Wealdensandstein mit Einlagerungen von Schieferthonen und Steinkohlen), welches hauptsächlich das Material für die Monumentalbauten der Provinz Hannover liefert; Osterwald, Süntel, Bückeburger Berge, Teutoburger Wald.

Hierher gehört auch der Hastingssand Englands, ein eisenschüssiger Quarzsandstein oder Quarzsand.

Ueber die Festigkeit u. s. w. des Jurasandsteines giebt Tabelle XX (S. 219) näheren Aufschluß.

VI. Kreideformation.

7. Quadersandstein.

Der Quadersandstein ist ein feinkörniger oder grobkörniger, zuweilen kystallinischer, hin und wieder conglomeratähnlicher, mehr oder minder mächtig geschichteter, weißer, gelber oder brauner, seltener grüner, sehr selten rother Sandstein mit thonigem oder mergeligem, kieseligem oder auch eisenschüssigem Bindemittel.

Der Quadersandstein ist theils reich, theils ganz frei von organischen Ueberresten und führt oft als accessorische Bestandtheile Hornstein, Chalcedon und Brauneisenerz. Die Schichtung, deren Mächtigkeit von wenigen Centimetern bis zu mehreren Metern schwankt, ist gewöhnlich horizontal gelagert und sehr häufig von verticalen Klüften durchsetzt, so daß quaderförmige oder pfeilerartige Absonderungen entstehen, von denen das Gestein seinen Namen führt.

Tabelle XX.

Fundstätte	Specifisches Gewicht	Druckfestigkeit in Kilogramm pro 1 cm^2	Größe der Probekörper in Centimeter	Wasseraufnahme (W) in 125 Stunden in Procenten, Härtegrad (H)	Untersuchung ausgeführt
Seeberg bei Gotha . .	—	1 = 295	14×14×8	—	Kgl. Prüfungsstation Berlin
Elze †.	—	1 = 560	6×6×6	—	"
Teutoburger Wald . .	2·244	1 = 778	"	W = 6·8,	"
Deistergebirge (Münchehagen bei Rehburg) .	2·4	{ 1 = 1318; w = 1293	"	W=4·2, H=7—8	"
Obernkirchen bei Bückeburg.	2·17—2·2	1 = 710 - 714	"	W = 4·9 —6·1	"

Die vorzüglichsten Quadersandsteine sind die mit kieseligem Bindemittel; sie sind sehr fest und ungemein dauerhaft, lassen sich mit dem Hammer und der Säge leicht bearbeiten und gestatten eine vielseitige Verwendung.

Die Quadersandsteine bilden in Folge ihrer mannigfaltigen Zerklüftung schroffe, zum Theil kolossale Felspartien von den wunderbarsten Formen und häufig in einer Dicke von mehreren hundert Metern. Hauptsächlich findet man sie am Nordrande des Harzes zwischen Ballenstädt und Blankenburg (Teufelsmauer); im Elbthale oberhalb Pirna (Königstein, Lilienstein, Papststein, Winterberg, Bastei in der sächsischen Schweiz), woselbst sich bedeutende Brüche bei Pirna, Lohmen, Liebethal, Cotta, Schandau u. s. w. befinden (Elbsandstein); ferner im Lausitzer Gebirge (bei Wehrau), in Schlesien-Böhmen (bei Bunzlau, Adersbach, Weckelsdorf, am Heuscheuner, Habelschwerdt, bei Politz, Graupen, am Gipfel des Schneeberges), im Thüringer Wald, im Teutoburger Wald, bei Aachen (am Lousberge), auch in England u. s. w.

Die feinkörnigeren und gleichmäßig gefärbten Quadersandsteine liefern ein vortreffliches Material für die feineren Arbeiten der Steinmetze und Bildhauer, die aus ihnen Gesimse, architektonische Gliederungen, Säulen, Grabmonumente, Statuen u. s. w. herstellen. Die rauhkörnigen, mit scharfem und gleichmäßigem Korn liefern sehr harte Mühl- und Schleifsteine (z. B. bei Johnsdorf in der Oberlausitz). Die grobkörnigeren werden zum Quaderbau, zu Grundbauten, zu Treppenstufen, Fenster- und Thürgewänden, zu Brücken-, Wehr- und Schleusenbauten, zu Futter- und Ufermauern, zu Festungsbauten u. s. w. verwendet. Die dünnen Platten benutzt man zu Wandbekleidungen, Deckplatten, Trottoirplatten und Fußbodenbelägen.

Die Quadersandsteine mit thonigem Bindemittel, welche von der Witterung stark angegriffen werden und deshalb nur im Innern der Gebäude Verwendung finden können, sind feuerfest und geben ein geschätztes Material für Hohofen-Gestellsteine.

Einige Brüche (z. B. an der Weser) liefern Platten, welche vielfach von Eisenadern durchzogen sind. Solche Platten können zu Trottoiren nicht verwendet werden, weil sich die Steinpartien eher abnutzen als die Eisenerzadern und letztere deshalb bald vorstehen und das Schuhwerk zerreißen.

Vorzugsweise findet der Elbsandstein der sächsischen Schweiz, welcher zu Schiff weit verfahren wird, vielfache Verwendung, so namentlich in den sächsischen Großstädten (Dresden, Leipzig u. s. w.), in Berlin, Magdeburg, Hamburg u. s. w. Eine große Anzahl öffentlicher Bauwerke dieser Städte bestehen aus diesem schätzbaren Materiale.

Zu den Quadersandsteinen rechnet man auch den feinkörnigen, seltener grobkörnigen, auf den Schichtungsflächen oft Glimmerblättchen und kohlige Substanzen zeigenden, deutlich und meist dünnschiefrig geschichteten, grau oder gelblichgrau gefärbten, mit vorherrschend kohlensaurem Kalk oder Mergel verkitteten Wiener- oder Karpathensandstein, welcher der Tertiär-Formation angehört und in seinen dauerhafteren Varietäten, die aus den Brüchen von Rekawinkel, Preßbaum, Randegg u. s. w. stammen, zu den Monumentalbauten in den Großstädten Oesterreichs, Ungarns, Galiziens u. s. w. verwendet wird. Die schieferigen, leicht verwitternden, in Wiens nächster Nähe gebrochenen liefern meistens nur Bruchsteine von geringerem Werthe, die zu Fundamentirungen u. s. w. benutzt werden.

Ferner gehört zu den Quadersandsteinen der Flyschsandstein oder Fukoïdensandstein der bayerischen Alpen, dessen

Schichtungsflächen häufig von Fukoïden ganz bedeckt sind. Dieser Sandstein hat ein vorherrschend kieseliges Bindemittel. Er wird bei Sonthofen, Aschau und am Rhombach bei Miesbach zu Mühlsteinen verarbeitet.

Endlich ist noch der Plänersandstein oder Prager Baustein zu erwähnen, der ein sehr feinkörniger, weicher, dick- oder dünngeschichteter Sandstein mit einem Bindemittel aus Plänerkalk ist.

Die Druckfestigkeit des Cottaer Quadersandsteins fand Brix zu nur 97 *kg* pro Quadratcentimeter, die des Karpathensandsteins R. Gunesch zu 118 bis 651 *kg*, die des Elbsandsteins Böhme zu 290 bis 350 *kg*, ferner die des Quadersandsteins von Gröna bei Bernburg zu 698 *kg*, die des Glatzer Quadersteins zu 660 *kg*.

Das specifische Gewicht ist durchschnittlich 2·15.

8. Grünsandstein.

Wir haben bereits den Grünsandstein bei der Eintheilung der Sandsteine nach dem Bindemittel und der Art der Einmengungen (ad 7) kurz erwähnt. Dieser Sandstein zeichnet sich durch einen größeren oder geringeren Gehalt an Glaukonitkörnchen (in vielen Fällen Steinkerne fossiler Foraminiferen) und durch eine mehr oder minder deutlich ausgeprägte grüne Farbe aus. Er besitzt ein vorherrschend mergeliges Bindemittel und wird vorzugsweise in den mittleren und unteren Stufen der Kreide-Formation in Sachsen (bei Kopitz u. s. w.), in Böhmen, Schlesien, Westphalen (bei Soëst, Werl, Unna), in Bayern (besonders in der Umgebung von Regensburg) gebrochen.

Der Grünsandstein wird als Baustein sehr geschätzt; er gestattet eine feine und scharfe Bearbeitung und ist dauerhaft und fest. Man verwendet ihn zu Quadern, Gesimsen, Säulen,

Ornamenten, Statuen, Grabdenkmälern u. s. w. Aus dem Material der Brüche zu Kehlheim, Abbach, Kapfelberg und Abensberg sind in München die königliche Residenz, die Allerheiligenkirche, die Pinakotheken, der neue Bahnhof und viele vornehme Privatbauten, ferner in Regensburg der Dom und einige Donaubrücken hergestellt worden.

In New-Yersey, in Porte du Rhône bei Genf und an anderen Orten dient der Grünsandstein seines Glaukonitgehalts wegen zur Fabrikation von Kalidünger.

Zu den Grünsandsteinen gehören auch der zu Pflasterungen gut geeignete, glaukonithaltige Galtgrünstein der bayerischen Alpen und der dichte, meist harte, mit Mergel verkittete Burgberger Grünsandstein, welcher aus unterirdischen Steinbrüchen bei Sonthofen gewonnen und als Bau- und Schleifstein verwendet wird.

Bei fünf verschiedenen Sorten aus bayerischen Fundstätten schwankt nach Bauschinger die Druckfestigkeit $\perp$ zwischen 188 und 385 *kg*, $\parallel$ zwischen 255 und 410 *kg*. Die Schubfestigkeit $\perp$ zwischen 29·5 und 32 *kg*, $+$ zwischen 20 und 32·5 *kg*, $\parallel$ zwischen 17 und 20·5 *kg*, die Biegungsfestigkeit $\perp$ zwischen 50 und 75 *kg*, $+$ zwischen 45 und 64 *kg*, die Zugfestigkeit $\parallel$ zwischen 12·5 und 17 *kg* pro Quadratcentimeter Fläche.

9. Hilssandstein.

Der Hils- oder Neokomsandstein ist ein weißlicher oder gelblicher, wenig glaukonithaltiger, dickgeschichteter Stein, welcher gute Bausteine und auch feuerfeste Steine (z. B. bei Buke und Schwanei im Regierungsbezirke Minden, bei Beckerode im Regierungsbezirke Osnabrück u. s. w.) liefert. Man findet ihn im Neokom des Nordharzes, des Teutoburger Waldes, der Gildehäuser Berge, Englands und des nördlichen Frankreichs.

VII. Tertiär-Formation.

10. Nummulitensandstein.

In der unteren Tertiär-Formation — dem Eocän — findet sich der dunkelgrüne bis schwärzliche, fein- bis grobkörnige, entweder starken Kalkgehalt besitzende oder mit groben Quarzkörnern erfüllte und mit einem kalkig-eisenhaltigen Bindemittel verkittete Nummulitensandstein, in welchem sich gewöhnlich sehr zahlreiche Schalen der Münzmuschel (Nummulina), auch Körnchen von Eisenerz vorfinden.

Bedeutendere Brüche dieses sehr geschätzten, zu Hau- und Bruchsteinen für Land- und Wasserbauten, zu Trottoirplatten, Pflastersteinen, Mühlsteinen und — wenn sehr feinkörnig — auch zu Schleifsteinen verwendeten Sandsteins liegen in den Voralpen bei Tölz, bei Neubeuern (Haberkornstein), bei Mattsee u. s. w.

Zur Eocän-Formation gehört auch der in Oberitalien gebrochene und dortselbst viel verarbeitete Macigno.

11. Molassesandstein (Braunkohlensandstein).

Der Molassesandstein zählt zu den jüngsten Sandsteingebilden; er besteht aus eckigen, mit einem kieseligen oder kalkig-mergeligen, oft auch mit einem thonigen Bindemittel verkitteten Quarzkörnern, denen häufig Glimmerblättchen beigemengt sind. Er ist grau, seltener grünlich oder gelblich gefärbt und theils hart, theils weich.

Die mit kieseligem Bindemittel versehenen, dem Grauwackensandsteine sehr ähnlichen Sorten werden ihrer großen Härte und ihrer bedeutenden Festigkeit wegen meistens nur zu Straßenpflasterungen benutzt. Die Molassesandsteine mit kalkig-mergeligem Bindemittel eignen sich zu Quadersteinen, Treppenstufen, Grabdenkmälern u. s. w. und werden besonders in den Schweizer Städten, in Luzern, Zürich, St. Gallen, Genf,

auch in München (Bahnhofsgebäude u. s. w.) vielfach verwendet. Die Molassesandsteine mit vorherrschend thonigem Bindemittel erscheinen für Bauzwecke weniger brauchbar, weil sie im Wasser erweichen und im feuchten Zustande leicht vom Frost zerstört werden.

Fundorte: Am Nordrande der Alpen (verbunden mit gewaltigen Conglomeraten, Nagelflue), in Bayern, Württemberg, Oesterreich und Frankreich.

Zur Tertiär-Formation gehören ferner:

der Blättersandstein von Kempten im Mainzer Becken, ein hartes Gestein mit vielen Blattabdrücken und Pflanzenresten;

der Muschelsandstein, zum Theil voll Conchylien, oft conglomeratartig, mit kalkigem Bindemittel. Vorkommen: in der neogenen Tertiär-Formation der Schweiz und Südbayerns;

der Sandstein von Fontainebleau in Frankreich, ein weißer, pittoreske Felsen bildender, kalkspathhaltiger, krystallinischer Stein, der viel zu Straßenpflasterungen und Chaussirungen benutzt wird;

der Sandstein von Münzeberg bei Gießen;

der Sandstein von Sternberg (sogenannter Sternberger Kuchen), ein braunes bis braunrothes Sandsteingeschiebe im Kiese, zum Theil so reich an Molluskenresten, daß das ganze Gestein nur aus ihnen zusammengesetzt erscheint.

Vorkommen: bei Sternberg in Mecklenburg-Schwerin.

Noch zu erwähnen wären endlich der mit kieseligem Bindemittel versehene Feldspath-Sandstein von Waldshut und der aus Kalkkörnern mit kalkigem Bindemittel bestehende Kalksandstein von Weißenbach in Niederösterreich, die beide feste und dauerhafte Bausteine liefern.

Bei fünf verschiedenen Sorten des Molassesandsteins aus bayerischen und schweizerischen Fundstätten schwankt nach Bauschinger die Druckfestigkeit ⊥ zwischen 510 und 1470 *kg*, ∥ zwischen 600 und 670 *kg*, die Schubfestigkeit ⊥ zwischen 37 und 150 *kg*, ∥ 20 *kg*, die Biegungsfestigkeit ⊥ zwischen 24 und 87 *kg* + 80, — 51 *kg*.

Die vielseitige Verwendung, welche die Sandsteine in der Baukunst, der Bildhauerei u. s. w. finden, haben wir bereits bei den einzelnen Varietäten angegeben. Es erübrigt noch anzuführen, welche Eigenschaften ein guter, brauchbarer Sandstein besitzen soll.

Ein guter Sandstein soll eine genügende Festigkeit — besonders gegen Druck — und eine größere Dauerhaftigkeit besitzen; er soll dem Frost genügend widerstehen können, nicht auffrieren und zersplittern; er soll nicht zu hart und zu spröde sein, sondern sich, ohne zu zerspringen, glatt bearbeiten und sogar schleifen lassen; er soll ein möglichst gleichmäßiges und feinkörniges Gefüge zeigen, Farbenbeständigkeit haben und ein nicht zu reichliches kieseliges, kalkiges oder mergeliges Bindemittel besitzen; er soll endlich die aus der Luft angesogene Feuchtigkeit nicht zu lange festhalten.

Sandsteine mit kieseligem Bindemittel und weiße Sandsteine mit scharfkantigen Quarzstückchen und wenig Bindemittel sind die festesten und dauerhaftesten.

Sandsteine mit thonigem Bindemittel ziehen leicht Feuchtigkeit an und sind nicht frostbeständig; sie eignen sich daher — wie oben wiederholt hervorgehoben wurde — zu Wohnhausbauten meistens nicht, sind aber, weil gewöhnlich feuerfest, zu Hochöfenbauten u. s. w. ganz brauchbar. Sandsteine mit kieseligem Bindemittel sind ebenfalls feuerfest, nicht aber solche mit kalkigem und mergeligem Bindemittel, weil letzteres von der Hitze zerstört wird.

Ist das Bindemittel Kalk, Mergel oder Eisenoxydhydrat, so wird es durch Salzsäure zerstört.

Enthält der Sandstein Nester von Thoneisenstein oder von Schwefelkies, so vermindert sich seine Dauerhaftigkeit, denn diese Einlagerungen zersetzen sich an der Luft. Eisenockerige Sandsteine mit eisenschüssigem Bindemittel dürfen als Bausteine nicht verwendet werden; sie sind leicht zerreiblich, saugen begierig Feuchtigkeit an und zerblättern.

Je kieseliger und dichter der Sandstein ist, desto länger wird er seine Bergfeuchtigkeit behalten und desto kälter wird er erscheinen. Die Sandsteine müssen, falls sie zum Wohnhausbau benutzt werden sollen, an luftigen und trockenen Orten längere Zeit aufbewahrt werden, damit sie ihre Feuchtigkeit verlieren, und sie müssen nahezu trocken sein, bevor man sie mit Putz bewerfen kann. Bruchfeucht vermauerte Sandsteine, namentlich wenn sie bei Beginn oder während der kalten Jahreszeit verbaut werden, werden erfahrungsgemäß durch die Witterungseinflüsse viel eher zerstört als solche, die ausgetrocknet sind. Die Sandsteine sind auch stets in ihrer natürlichen Schichtung zu verwenden, weil sie sonst leicht durch den Frost zerbröckelt werden.

Sandsteine mit scharfeckigem Korn und wenig Bindemittel haben eine verhältnißmäßig geringe, solche mit rundlichem Korn und mit vorherrschendem Bindemittel zumeist eine sehr hohe Porosität. Die Größe des Porenraumes der Sandsteine ist eine sehr verschiedene, sie schwankt zwischen 4 und 27% und beträgt z. B.

nach Lang beim Sollinger Sandstein	6·09	Procent
„ Nebraer „	25 bis 27	„
„ Kreuzer „	16·94	„
„ Schweizer Grünsandstein	7·30	„
„ Welschhufer Quadersandstein	15·04	„

nach Hauenschild beim Rekawinkler Sandstein 4·03 Procent
„ Weißenbacher Kalksandstein 4·38 „

Fast vollständig wasserundurchlässig werden die Sandsteine, wenn man sie einige Zeit in Kalkwasser einlegt. Soll die Oberfläche klar bleiben, so darf das Kalkwasser kein milchige Trübung besitzen.

Das specifische Gewicht der Sandsteine schwankt zwischen 1·9 und 2·7.

Die kubische Ausdehnung beim Erwärmen um 1° C. beträgt 0·000038.

Der aus der Verwitterung des Sandsteines entstandene Boden ist meistens sehr unfruchtbar; er hält nicht die Feuchtigkeit genügend lange zurück und es fehlt ihm das Kalium und das Natrium. Ist der Boden hervorgegangen aus verwitterten Sandsteinen mit vorherrschend thonigem oder mergeligem Bindemittel, so kann man ihn schon eher bebauen.

(Vergleiche Band II, Prüfung der natürlichen Gesteine).

III. Die Conglomerate, Breccien und Tuffe.

§ 35. Die Conglomerate.

Die Conglomerate (d. h. die zusammengehäuften Gesteine) sind Trümmergesteine; sie bestehen aus, durch Transport im Wasser abgerundeten Stücken (Rollstücken und Geschieben) von Mineralien oder Felsarten über Erbsengröße, welche durch ein thoniges, kalkiges, kieseliges, sandiges oder eisenschüssiges, entweder vorherrschendes oder zurücktretendes Bindemittel mehr oder minder fest verkittet sind. Die Conglomerate sind Fluß- oder Ufergebilde. Nach der Beschaffenheit der Gesteinsfragmente

unterscheidet man: Quarz-, Granit-, Gneiß-, Basalt-, Grünstein-, Porphyr-, Trachyt-, Kalkstein- oder Sandstein-Conglomerate und gemengte (polygene) Trümmergesteine, in denen sich Bruchstücke mehrerer Gesteinsarten vorfinden.

Als die wichtigsten Conglomerate sind anzuführen:

1. Das Grauwacken-Conglomerat, das wir schon im vorigen Paragraphen erwähnt haben. Es ist ein Geschiebe aus abgerundeten Granit-, Gneiß-, Glimmerschiefer-, Quarz-, Feldspath-, Grünstein-, Porphyr- u. s. w. Stücken, die mit einem kieseligen oder kieselig-thonigen Bindemittel verkittet sind und einen Durchmesser bis zu mehreren Metern besitzen. Das Grauwacken-Conglomerat ist meist dunkelgrau gefärbt und kommt besonders in der Silur- und Devon-Formation vor. Fundorte: in Böhmen, im Voigtlande, im Thüringer Walde, im Harze und in Westphalen.

2. Das Conglomerat des Rothliegenden, welches das Hauptgestein der unteren Dyas- oder permischen Formation Deutschlands ist. Das Rothliegende, wie es kurz genannt wird, ist ein Geschiebe und Gerölle aus allen möglichen älteren Felsarten: aus Gneiß, Granit, Glimmerschiefer, Kieselschiefer, Thonschiefer, Quarz, Grünstein, Diorit, Diabas, Hornstein, nicht selten auch (besonders in den oberen Partien des Rothliegenden) aus Melaphyr und Porphyr u. s. w. mit einem quarzigen oder sandsteinartigen, sandigen, thonigen, meist stark eisenschüssigen, seltener kalkigen Bindemittel, das eine rothbraune Farbe hat. Das Rothliegende besitzt nuß- bis kopfgroße, abgerundete, theilweise ganz kugelrunde Gesteinstrümmer und tritt mächtig, aber deutlich geschichtet auf, indem häufig grob- und feinkörnige Schichten mit einander abwechseln.

Fundorte: in Bayern, im Saar-Rheingebiet, im Mansfeldischen, im Südharz, im Erzgebirge u. s. w.

3. Puddingstein in der Tertiär-Formation (dem Eocän) Englands (bei Herfordshire u. s. w.) vorkommend. Der Puddingstein besteht aus nuß- bis faustgroßen Rollstücken von gelbem, braunem oder schwarzem Feuerstein oder Flint (Flintconglomerat) und einem äußerst zähen und festen, gelben oder grauen, flint- oder hornsteinähnlichen Bindemittel, das nicht selten mit Quarzkörnern gemischt ist.

4. Die Nagelflue, welche sowohl der älteren als auch der jüngeren Molasse-Formation angehört. Sie ist ein gemengtes (polygenes) Conglomerat, welches aus stark abgerundeten, durchschnittlich eigroßen Rollstücken von meistens Jurakalksteinen und Sandsteinen zwischen solchen aus Quarz, Granit, Gneiß, Grauwacke, Kieselschiefer, Serpentin, Gabbro u. s. w. besteht. Diese Rollstücke besitzen oftmals Eindrücke, welche sie sich gegenseitig beigebracht haben; sie sind mit einem weißlichen, gelblichen oder röthlichen, mergeligen, zuweilen eisenschüssigen und sandsteinartigen Bindemittel verkittet.

Fundorte der Nagelflue: hauptsächlich in den nördlichen und nordwestlichen Alpen-Vorbergen, besonders vom Boden- bis zum Genfersee, im Salzburgischen, in der Umgebung von München, auch in Oesterreich u. s. w.

5. Das blaugraue, verwittert braune, ungemein feste und harte sogenannte Goldconglomerat aus Quarz-, Kalkstein-, Granit-, Grünstein-, Serpentin-, Glimmerschiefer- u. s. w. Geschieben und Geröllen von verschiedener Größe, mit bläulichgrauem, sehr festem, kieseligem, schwefelkieshaltigem Bindemittel und mehr oder minder reich an größeren oder kleineren Körnern und Blättern von Gold.

Fundort: in einem tertiären Flußbett der Sierra Nevada in Californien.

Die Conglomerate sind in allen Formationen sehr verbreitet und besitzen dieselbe Härte, Porosität und Festigkeit der

Ursprungsgesteine und des Bindemittels zugleich. In vielen Fällen liefern sie recht brauchbare Bau- und Pflastersteine. So z. B. eignet sich das Bimsstein-Conglomerat (abgerundete Bimssteinstücke mit thoniger oder mit geriebener Bimssteinmasse verkittet oder nur allein aus letzterer bestehend) wegen seines sehr geringen Gewichtes besonders zu Ausmauerungen von Fachwerken und, da es feuerfest ist, auch zu Ofen- und Kaminbauten u. s. w.; es wird aber auch (z. B. in Neuwied a. Rh. und Umgegend) zum Häuserbau verwendet. Ferner findet in Süddeutschland und in der Schweiz die Nagelflue vielfache Verwendung: im Hochbau zu Quader- und Bruchsteinen, Grundmauern, Sockeln, Treppenstufen, Pfeilern, Säulen (z. B. in Innsbruck, auch sind aus ihr in früherer Zeit häufig Kirchen erbaut worden); im Wasserbau zu Brücken, Ufermauern u. s. w.; im Tiefbau zu Pflasterungen und Chaussirungen. Auch wird sie zu Mühlsteinen verarbeitet (z. B. in Weilheim in Oberbayern, in Berchtesgaden). Das aus Schnecken bestehende Conglomerat von Atzgersdorf bei Wien (sogenannter Cerithienkalk) liefert für Wien und Umgegend ein gutes Material für Grundmauern u. s. w.

Einige Conglomerate lassen sich schleifen und nehmen auch eine schöne Politur an; sie werden dann zu Prachtbauten wie Marmor verwendet.

Der aus der Verwitterung der Conglomerate hervorgehende Boden ist sehr verschieden; so z. B. giebt Grauwackenconglomerat einen steinigen, lockeren, thonigen Boden, das Rothliegende einen sandigen und thonigen, mit Steinen erfüllten Boden und Basaltconglomerat einen lehmigen und thonigen Boden, welcher meistens sehr fruchtbar ist.

Die Druckfestigkeit der Conglomerate auf der Strecke Erfurt-Ritschenhausen fand Böhme zu 515 bis 537 *kg*,

der Conglomerate vom Pfannthal bei Suhl zu 624 *kg* pro 1 cm^2 (Größe der Probekörper: 10×10×10 *cm*).

---

§ 36. Die Breccien (Psephite).

Die Breccien (d. h. Bruchwerke) sind Trümmergesteine, welche aus scharfkantigen und eckigen Bruchstücken von einer (monogene Breccien) oder von mehreren Gesteinsarten (polygene Breccien) bestehen, die durch irgend eine andere, auch wohl gleiche Steinmasse zusammengekittet sind.

Die Breccien sind entweder entstanden aus zusammengeschwemmten und durch chemische oder mechanische Absätze im Wasser verkitteten Gesteinsbruchstücken — Zusammenschwemmungsbreccien, welche durch Abrundung ihrer scharfen Kanten und Ecken in die mit ihnen nahe verwandten Conglomerate übergehen, — oder aus Stücken, die von emporsteigenden Eruptivgesteinen losgerissen und von ihnen umschlossen wurden, so daß die Trümmerstücke und das Bindemittel dieser Breccien aus verschiedenen Materialien bestehen, — oder endlich durch Zertrümmerung, Zerknickung und Berstung von bereits erhärteten Gesteinsmassen durch nachdringende, noch feuerflüssige Massen derselben Felsart, so daß das Material der Bruchstücke und des Bindemittels ein und dasselbe ist und sich höchstens durch die Korngröße unterscheidet. Diese letzteren beiden, durch gewaltsame Reibung eines flüssigen Gesteins an einem festen entstandenen und durch ein eruptives, krystallinisches Gesteinsmaterial sehr fest verkitteten Breccien nennt man Reibungsbreccien.

Nach der Beschaffenheit der Bruchstücke und des Bindemittels lassen sich mannigfache Varietäten unterscheiden, z. B. Quarzit- oder Kiesel-, Gneiß-, Grünstein-, Porphyr-, Trachyt-,

Kalkstein-, Dolomit-, Knochen- u. s. w. Breccien mit kieseligem, thonigem, kalkigem, mergeligem, eisenschüssigem, auch aus feinem Gesteinsschutt bestehendem Bindemittel.

Besonders hervorzuheben sind:

1. Der Quarzbrockenfels, ein aus eckigen und scharfkantigen, durch Kiesel zusammengebackenen Bruchstücken von Quarzit und Hornstein bestehendes, in seinen Spalten häufig Quarz- und Amethyst-Krystalle, Rotheisenstein und Manganerz enthaltendes Trümmergestein, das im Erzgebirge (bei Schwarzenberg) mächtige und weite Gangspalten ausfüllt.

2. Das Haselgebirge, eine auf den alpinen Salzlagerstätten Oesterreichs vorkommende, aus einem Gemenge von Thon, Steinsalzbrocken und Gypsstücken und auch aus Trümmern benachbarter Gesteine bestehende Breccie, die zur Gewinnung von Salzsoole mit Wasser ausgelaugt wird.

3. Die Knochenbreccie, welche aus Kalksteinbruchstücken und Muschelresten, aus Knochen und Zähnen antediluvialer Säugethiere, Vögel, Reptilien und Fische besteht, die durch ein braunrothes oder ockergelbes, seltener graues, meist lockeres, erdiges, seltener dichtes und festes, eisenschüssiges, sandig-thoniges oder sandig-kalkiges, mergeliges Bindemittel verbunden sind.

Fundorte: in Spalten und Schluchten des Kalksteingebirges am Mittelländischen Meere (Gibraltar, Cette, Nizza, Pisa, in Dalmatien u. s. w.) und in Höhlen (Altensteiner Höhle im Thüringerwald, Muggendorfer Höhle in der Fränkischen Schweiz, Baumanns-Höhle im Harz, Adelsberger Grotte in Krain u. s. w.)

4. Der Trümmermarmor (Marmo brecciato), welcher aus eckigen, verschieden gefärbten Bruchstücken aus Kalkstein und zum Theil anderen Gesteinsarten besteht, die durch ein sehr festes, kalkiges Bindemittel verkittet sind. Wir

haben dieses geschätzte Marmorgestein schon früher wiederholt erwähnt, so in den §§ 29 und 30. Man unterscheidet: den weißen, rothgebänderten oder rothgefleckten Pavonazzo-Breccienmarmor, die gelbe, roth- und weißgefleckte Breccia dorata, den gelblichen Breccienmarmor des Plassenberg bei Hallstadt und des Sandlings bei Aussee, die schwarze und weißgefleckte Breccia Pavonazza, die gelblichgraue Breccia traccagnina mit nußgroßen, weißen Bruchstücken, die blauen Breccien von Montiers im Isère-Departement und von Seravezza in Italien, die aus Brüchstücken von Granit, Porphyr und Diorit bestehende Breccia verde d'Egitto, der grüne Trümmermarmor von Tolmein u. s. w.

Fundorte: in der Silur- und Devon-Formation (z. B. bei Köstenberg in Oberfranken, bei Kielce im Sandomirgebirge Polens, in den Pyrenäen u. s. w.), in der Kohlenformation (z. B. im Kohlenkalke Englands), in der Kreideformation (z. B. für die mit Rudisten-Ueberresten reichlich erfüllte Rudistenbreccie die bayerischen Alpen) u. s. w.

5. Die Tapanhoancanga-Breccie aus verschieden großen, eckigen, durch Rotheisenstein, Brauneisenstein oder Eisenocker verbundenen Bruchstücken von Magneteisenerz, Eisenglanz und Brauneisenstein, die als zufällige Bestandtheile Gold, Topas, Diamant und Rutil führen.

Fundort: in Brasilien in der Provinz Minas Geraës u. s. w.

Die Breccien haben keine so große Verbreitung wie die Conglomerate und besitzen selten eine große Mächtigkeit; sie finden sich häufig an der Grenze von Granit, Basalt, Syenit, Quarzporphyr u. s. w.

Als weitere Fundorte mögen noch erwähnt werden: das Fichtelgebirge (bei Reizenstein), der Thüringerwald (bei Friedrichroda und Oberhof), Sachsen (bei Wendisheim), die

Vogesen (bei Niedeck), Böhmen (bei Salesl), Amerika (bei Marquette am Lake Superior) u. s. w,

Ist das Bindemittel der Breccien hinreichend fest, so kann man sie als Baumaterial benutzen. Die Breccien, welche sich schleifen und poliren lassen und schön gezeichnet sind, eignen sich zu Bauzierathen und Schmuck- und Kunstsachen mannigfacher Art.

---

§ 37. Die Tuffgesteine.

Die Tuffe bilden ein lockeres, mürbes, mehr oder minder feinkörniges Gestein aus dem feurigen Erdkern entstammenden, ausgeworfenen Aschen, Lapillis, Sanden, Bomben und größeren Trümmerstücken, welche durch Gewässer zusammengeschwemmt, als festes Gestein abgelagert, geschichtet und im Laufe der Zeit theilweise zersetzt sind.

Hervorzuheben sind:

1. Porphyrtuff oder Felsittuff (Thonstein).

Der Porphyrtuff ist ein dichtes und sandsteinähnliches, aber auch löcherig zelliges, erdig oder körnig brechendes, zum Theil sehr deutlich geschichtetes Gestein, das meistens eine geringe Härte besitzt und verschieden bunt gefärbt und mannigfaltig geadert und gefleckt ist. Das Gestein ist aus feinsandigem oder zu Staub zertheiltem Porphyrschutt entstanden und besitzt häufig Abdrücke von Blättern, Farrenkräutern, Pflanzenstengeln.

Ist die Grundmasse durch spätere Umkrystallisirung wieder dicht und halbkrystallinisch geworden, so liefert der Porphyrschutt brauchbare Hau- und Bruchsteine.

Fundorte: im Erzgebirge, im Zeisigwald bei Chemnitz, in Wechselberg und Rochlitz (Rochlitzer Berg), bei Döhlen in der Nähe von Dresden, bei Rednitz in Böhmen u. s. w.

2. Grünsteintuff (Diabastuff).

Ein regelmäßig geschichtetes, häufig schieferiges, meist sehr dicht erscheinendes, oft scheinbar einfaches Gestein, das aus einem feinen, sand- und staubartigen Diabasschutt von meistens schmutziggrauer Farbe besteht, von kohlensaurem Kalk innig durchsetzt ist und einen feinkörnigen, erdigen bis dichten Bruch besitzt. Der Grünsteintuff enthält zuweilen (so z. B. bei Planschwitz in Sachsen) eine Menge von organischen Ueberresten. Durch Ueberhandnehmen thoniger Bestandtheile geht er in Grauwackenschiefer über. Manchmal ist er von Aphanit nur sehr schwer zu unterscheiden.

Fundorte: im sächsischen Voigtlande, in Nassau, in Oberfranken, in Südtirol, in Cornwall u. s. w.

Zu diesen Tuffen rechnet man den Schalstein, welcher ein schieferiger, ganz von kohlensaurem Kalk, zum Theil auch von Chloritschüppchen durchsetzter, vorwiegend grün, grau oder gelblich gefärbter Diabastuff ist und mit glatten Thonschiefertrümmern, geringen Mengen von Feldspath-Krystallen und -Körnern und oft auch mit Körnern, Knollen und Linsen von Kalkspath erfüllt und von Kalkspathadern netzförmig durchzogen ist. (Schalsteinporphyr, Schalsteinmandelstein u. s. w.)

Fundorte: in der Devon- und Silur-Formation; im Harz, in Nassau, in Böhmen u. s. w.

3. Kalktuff, Travertin.

Aus manchen sehr kalkreichen Gewässern setzt sich nach Verflüchtigung eines Theiles der Kohlensäure an der Luft der kohlensaure Kalk ab und es entsteht eine Decke, welche alle im Wasser befindlichen Gegenstände, wie z. B. Pflanzenstengel, Blätter, Moose und andere vegetabilische Ueberreste, auch organische Reste (Knochen, Schnecken, Muscheln) über-

zieht oder inkrustirt. Diese Rinde bildet ein feinerdiges bis fast dichtes, oder auch sehr poröses, blasiges oder schwammiges, röhrenförmiges, concentrisch schaliges, gelblichgraues, gelblichweißes oder gelblichbraunes, zum Theil deutlich, zum Theil undeutlich geschichtetes, auf dem Querbruch lauter regellos nebeneinander liegende Röhrendurchschnitte zeigendes Kalkgestein — den Kalktuff.

Zu den älteren, zu den Diluvialgebilden zählenden Kalktuffen gehört der Travertin. Er ist ziemlich dicht, hart und fest, besitzt einen splitterigen, ins Muschelige, zuweilen auch ins Erdige gehenden Bruch, eine gelblichweiße oder eine durch Bitumengehalt hervorgerufene bräunliche Farbe und sehr viele langgestreckte, gewöhnlich parallellaufende Blasenräume und Zellen. Den Travertin findet man in mächtigen Stöcken in der Campagna zwischen Rom und Tivoli und auch in Ungarn. Er bildet sich noch heute; so z. B. setzte sich in einem Zeitraume von 20 Jahren in einem Sumpfe bei San Filippo eine 10 *m* mächtige Travertinmasse ab.

Der Travertin ist ein unverwüstlicher, fester und dabei leichter Stein, der sich an der Luft nach und nach röthlicher färbt und eine sehr schöne Patina annimmt. Er wurde schon in den ältesten Zeiten zu Bauwerken verwendet. Die alten Römer, welche ihn lapis tiburtinus nannten, stellten aus ihm viele Monumentalbauten (z. B. das Colosseum zu Rom) und einige Wasserleitungen her. Auch die hervorragendsten Bauwerke der italienischen Renaissance (z. B. die St. Peterskirche in Rom) sind aus Travertin aufgeführt. Das Gestein ist noch heute in Italien ein geschätztes Baumaterial; es eignet sich besonders zur Aufführung von Kuppeln und anderen Gewölben.

Ein dem Travertin nahestehendes Gestein ist der bekannte Karlsbader Sprudelstein, der noch fortwährend durch

heiße Quellen, die Aragonit absetzen, in Karlsbad und an anderen Orten gebildet wird.

Der Kalktuff, der noch heute in vielen Kalksteingebirgen Deutschlands, Oesterreichs, Frankreichs u. s. w. entsteht, also den recenten Bildungen angehört, hat ein sehr rauhes poröses, zelliges oder löcheriges Aussehen und ist, frisch aus dem Bruch kommend, weich und von Feuchtigkeit durchdrungen; er läßt sich leicht mit der Säge bearbeiten. An der Luft wird er allmählich härter, fester und trockener und nimmt, wenn einmal ausgetrocknet, nicht wieder Feuchtigkeit auf. Wegen dieser Eigenschaft, wegen seiner Porosität und Ventilationsfähigkeit ist er ganz besonders zu Wohnhausbauten geeignet: er liefert trockene und gesunde Wohnräume. Aus diesem Grunde wird er trotz seines rauhen und löcherigen Aussehens sehr viel zu Quadersteinen, Pilastern, Pfeilern, Sockelsteinen, Gesimsen u. s. w. verarbeitet und sogar, wenn sehr hart und politurfähig, als Marmor verwendet (z. B. der Almaser Stein vom Granergebirge in Ungarn, welcher am Rathhaus zu Wien ausgedehnte Verwendung fand). Der Kalktuff ist wie der Travertin dauerhaft und fest und kann auch mit Stuck überzogen werden, der auf ihm gut haftet.

Fundorte: bei Jena, Weimar, Burgtonna, Langensalza in Thüringen, bei Pyrmont, Göttingen Heiligenstadt und Mühlhausen, bei Königslutter in Braunschweig, bei Robschütz in Sachsen, bei Binau in Baden, bei Cannstatt in Württemberg, bei Miesbach, Streitberg und an vielen anderen Orten in Bayern, bei Baden in der Nähe von Wien, bei Fontainebleau und St. Quen in der Umgegend von Paris u. s. w.

4. Trachyttuff (Backofenstein).

Der Trachyttuff ist ein kreidig-erdiges oder körnig-sandsteinartiges oder breccienartiges, manchmal ganz dicht er-

scheinendes, aus zerkleinertem, zum Theil zersetztem Trachytmaterial bestehendes und sich oft nur durch seine Schichtung vom Trachyt unterscheidendes Gestein mit Krystallen von Sanidin, Hornblende und Magneteisenerz, zuweilen auch mit Conchylien und Diatomeen, mit fremden Felsstücken, hin wieder auch mit edlem Opal (z. B. in Ungarn in der Nähe von Kaschau).

Der Trachyttuff ist meistens hell (lichtgrau, gelblich, gelblichgrün) gefärbt, läßt sich leicht bearbeiten, ist außerordentlich dauerhaft und ziemlich feuerfest. Er findet im Baufache ausgedehnte Verwendung als Quaderstein zur Verkleidung von Façaden, zur Ausmauerung von Fachwerken, ferner zu Feuermauern, Oefen, Kaminen u. s. w. Der rauhe und schlackige Trachyttuff von Herrhof und Altenburg bei Nördlingen und der von Königswinter im Siegkreise wird besonders zum Bau von Backöfen und anderen Feuerungsanlagen benutzt. Zuweilen ist der Trachyttuff durch Infiltration von Kieselsäure so fest und hart (z. B. in Saros-Patak), daß er selbst zu Mühlsteinen verarbeitet werden kann. Sehr feinkörnige Sorten besitzen Ungarn und Siebenbürgen (Burg Waida Hunyad). Außerdem findet man den Trachyttuff in Central-Frankreich, in den Euganeen u. s. w.

5. Phonolithtuff.

Ein erdiges, mürbes, leicht zerreibliches, weißes oder bräunlichgraues Gestein aus theilweise verwittertem Phonolithschutt mit Krystallen von Augit, Hornblende, Sanidin, Glimmer und mit Trümmern anderer Felsarten.

Der Phonolithtuff ist für die Technik ohne Bedeutung. Man findet ihn namentlich im Hegau und im böhmischen Mittelgebirge.

6. Bimssteintuff.

Ein aus staubartigem Bimssteinschutt bestehendes, erdiges bis dichtes und rauhes Gestein von weißer, gelber oder grauer Farbe und angefüllt mit Brocken von Bimsstein und Trachyt, mit Körnern von Augit und Leucit, mit Blättchen von Glimmer, mit Krystallen von Sanidin und Granat und mit organischen Ueberresten.

Der Bimssteintuff liefert ein ganz vorzügliches, poröses, leichtes, ungemein dauerhaftes und dabei leicht zu bearbeitendes Baumaterial, das besonders häufig zu Verkleidungen von Façaden benutzt wird. Aus ihm haben schon die alten Römer hervorragende Bauwerke aufgeführt.

Fundorte: in den vulcanischen Gegenden Italiens, Campi Flegri, Procida und Ischia, in der Campagna bei Viterbo, am Vorgebirge Pausilippo, am Fuße des Vesuvs, im Albanergebirge, auf Teneriffa, ferner am Laachersee, in Ungarn bei Schemnitz, in der Auvergne u. s. w.

Zu den Bimssteintuffen rechnet man:

a) den röthlichen Pausilipptuff, welcher in der Umgebung von Neapel gebrochen wird, woselbst die alten Römer und Griechen hohe, oft kilometerweit hineinreichende Grotten in den Fels hineingehauen haben (Piedigrotta am Pausilippo), die zum Theil jetzt als Tunnel für Chausseen benutzt werden. Der Pausilipptuff, von den alten Römern lapidicinae genannt, wurde schon im Alterthume viel im Baufach verwendet (Unterbau des Capitols, und der Via Appia, der Carcer Tulianus u. s. w.);

b) den Bröckeltuff oder die Puzzolanerde, ein gelbes und rothes, weiches, leicht zerreibliches, vulcanisches Tuffgestein von Puzzuoli in der Provinz Neapel (nördlich vom Golf von Neapel), das schon im Alterthume ein sehr geschätztes Baumaterial bildete. Der leichte und gut zu bearbeitende,

auch sehr dauerhafte Stein wurde mit Kalk vermischt z. B. zur Aufführung der Gewölbe in den kolossalen Thermen des Caracalla zu Rom benutzt, die eine Spannweite von mehr als 30 Metern besaßen. Schon damals diente dieser Tuff wie noch heute, sofort nach dem Brechen zu Pulver zermahlen, als Zuschlag zum Wassermörtel. Wohl zu beachten ist bei der Verwendung dieses Bröckeltuffes, daß er durch längeres Lagern an der Luft und scharfes Austrocknen an Wirksamkeit verliert;

c) den Peperino oder Pfefferstein vom Albaner Gebirge und seiner Umgebung, von Böhmen u. s. w. Ein dunkel-aschgrauer, feinerdiger, weicher, mächtige und viel geschichtete Ablagerungen bildender Tuffstein, dessen roth-braune bis graue Grundmasse mit Krystallen von Leucit und Augit, mit Blättern von schwarzem Glimmer, mit feinen Körnern von Magneteisen und mit eckigen Bruchstücken von körnigem Kalk, Dolomit, Basalt und Leucitporphyr erfüllt ist. Er wird in der Nähe seiner Fundstätten — besonders in Neapel — zum Häuserbau benutzt, leidet jedoch zum Theil unter den Witterungseinflüssen. In Neapels Umgebung findet man mehrere antike Gebäude, Grotten u. s. w. aus diesem Gesteine vor. Der aus verwittertem Peperino entstandene Boden ist sehr fruchtbar.

d) den Traß oder Duckstein vom Brohl- und Nette-thale bei Andernach a. Rh., von Nördlingen in Bayern, von Frankreich, Ungarn u. s. w. Der Traß ist ein gelblich-graues bis bräunliches, erdiges, meistens poröses und lockeres, matt aussehendes, sich rauh anfühlendes Gestein mit einem Bindemittel aus feingeriebenem Bimsstein und mit eckigen oder runden, schrotkorn- bis faustgroßen, gelblich-weißen und glanzlosen Bimssteinstücken, mit Trümmern von Grau-wacke, Thonschiefer, Basalt, Lava, Quarz, Magneteisenstein,

mit Krystallen von Sanidin, Leucit, Hornblende, Glimmer u. s. w. und oft mit verkohlten Baumüberresten.

Die chemische Zusammensetzung des Traß ist eine sehr wechelnde. Der Traß enthält: 48·94 bis 57·5% Kieselsäure, 10·01 bis 18·28% Thonerde, 3·9 bis 14·8% Eisenoxyd, 0 bis 0·58% Manganoxydul, 1·24 bis 7·7% Kalk, 0·98 bis 2·42% Magnesia, 0·37 bis 10% Kali, 3·73 bis 9·41% Natron, 7·7 bis 12·78% Wasser und außerdem Spuren von Ammoniak, Schwefel und Chlor.

Der Traß ist leicht zu Quadersteinen zu bearbeiten. Er ist sehr dauerhaft und ziemlich feuerfest. Schon die alten Römer verwendeten ihn bei ihren Festungsbauten am Rhein. Im Mittelalter und auch in der neueren Zeit wurden aus dem Traß viele Schlösser und Kirchen am Rhein erbaut, z. B. die St. Gereonskirche zu Köln und zwei Kuppeln des Wormser Domes. In unserer Zeit benutzt man das Gestein vorzugsweise zur Ausmauerung von Fachwerkswänden, zum Bau von Herdmauern und Feuerungsanlagen, zur Verkleidung von Façaden, ferner zu Pulver zerrieben, als Zuschlag zum fetten Kalkbrei, wodurch man einen ganz ausgezeichneten Wassermörtel erhält. Traßmörtel findet bei den Wasserbauten des Rheinlandes und der Niederlande und z. B. auch beim Bau von Wilhelmshafen am Jadebusen eine sehr ausgedehnte Verwendung.

7. Basalttuff (Trapptuff).

Der Basalttuff ist ein dichter oder erdiger, bisweilen deutlich horizontal geschichteter, schmutziggrau, auch braun und schwärzlich gefärbter Tuff aus fein zerriebenem und mehr oder minder zersetztem Basalt, Dolerit oder Wacke, welcher eckige oder runde Basaltstücke, Krystalle von Augit, Olivin, Hornblende, Glimmer und Magneteisen, Nester, Trümmer und

Adern von Kalkspath oder Aragonit und Zeolith, sowie organische Ueberreste umschließt.

Der Basalttuff wird in der Nähe seiner Fundstätten als Baustein verwendet. Seine Dauerhaftigkeit ist jedoch eine geringe. Er liefert auch (z. B. bei Großschlottengrün in der Oberpfalz) feuerfeste Steine.

Fundorte: in allen Basaltgegenden z. B. im Habichtswald bei Cassel, im bayerischen Walde, zwischen Altenschlirf und Steinfurt am Vogelgebirge, im Westerwald, im Siebengebirge, im nördlichen Böhmen u. s. w.

Hierher gehört auch der geschichtete braune Palagonittuff von der Eifel, vom Habichtswalde, Island, Sicilien.

8. Alunit oder Alaunstein.

Der Alaunstein ist durch Zersetzung von Trachyt oder Bimsstein unter Einwirkung von schwefeliger Säure entstanden. Er dient zur Gewinnung des Alauns.

Fundorte: bei Zabrze in Oberschlesien, bei Tolfa und Montione in Italien, bei Gleichenberg in Steiermark, bei Tokai in Ungarn.

9. Leucittuff.

Ein gelblich-grauer, mit vielen verwitterten, weißen Leucitkörnern erfüllter, auch Krystalle von Augit, Glimmer, Sanidin u. s. w. enthaltender, zum Theil sehr feinerdiger, ziemlich feuerfester, dem Traß sehr ähnlicher Tuff, welcher einen guten Quaderstein liefert. Er ist ein beliebter Façadenstein am Rhein und in Berlin.

Fundorte: bei Bell, Rieden und Weibern am Lachersee.

Vor den leichten, dauerhaften und leicht formbaren porösen Kalksteinen zeichnen sich die Tuffe durch die größere

Gleichmäßigkeit ihres Kornes, durch die schöne Färbung und auch dadurch aus, daß sie sich weniger leicht mit Flechten und Moosen überziehen.

Außer zu den, bei den einzelnen Varietäten bereits angeführten Zwecken verwendet man die Tuffe auch zum Aufbau von Grotten und Ruheplätzen in Gärten und auf Promenaden, sowie in Aquarien.

Die Druckfestigkeit des Travertin fand Rondelet zu 298 *kg*, die des Peperino zu 58 *kg*, die des Andernacher Bimssteintuff Böhme zu 138 *kg*, die des ungarischen Palla-Tuffes zu 210 *kg* pro Quadratcentimeter Fläche.

Die Druckfestigkeit des schweren und dichten Kalktuffes bei Mühlthal in der Nähe von Darching beträgt nach Bauschinger 480 *kg*, die des löcherigen Kalktuffes bei Huglfing unfern Weilheim 132 *kg* (Schubfestigkeit 30 bis 36 *kg*, Biegungsfestigkeit 95 *kg*), die des löcherigen und leichten Kalktuffes bei Polling nahe Weilheim 81 *kg*, die des Porphyrtuffes vom Geiersberge nach Böhme 407 *kg*.

Das specifische Gewicht der Tuffsteine ist sehr verschieden und kann durchschnittlich zu etwa 1·5 angenommen werden.

Der Porositäts-Coëfficient ist ein sehr hoher; er beträgt z. B. für den Sollinger Kalktuff nach Lang 32·2, für den Trachyttuff von Deva nach Hauenschild 25,07.

IV. Die losen Gesteine.

§ 38. Die erratischen Blöcke oder Findlinge.

Die losen Gesteine, welche sich auf der Oberfläche unserer Erde in größerer oder geringerer Menge überall vorfinden und deren Größe von der eines Staubkornes bis zu der eines

gewaltigen, oft häuserhohen Blockes schwankt, bestehen aus Trümmern von mechanisch zerkleinerten, verwitterten und zersetzten älteren Gesteinsmassen.

Zu ihnen gehören die bisweilen nur wenig abgerundeten, oft deutliche Rutschflächen zeigenden, zum Theil aus krystallinischen Feldspathgesteinen, zum Theil aus versteinerungführenden Kalk- und Thongesteinen, namentlich aus Gneiß, Granit, Diorit, Syenit, Hornblendeschiefer, Porphyr, Quarzit und Kalkstein bestehenden erratischen Blöcke, Wanderblöcke oder Findlinge, welche sich einzeln und meist fern von ihrem Ursprungsort vorfinden.

Die Findlinge sind von den Abhängen der Felsgebirge losgerissen und entweder hinab ins Thal gerollt, wo sie oft — wie z. B. im Fichtelgebirge — große Landstrecken überlagern, oder sie sind in der Eisperiode auf dem Rücken der Gletscher nach fernen Gegenden transportirt worden, wie z. B. die Findlinge der Schweiz, Frankreichs, Italiens, Bayerns, welche vom Montblanc, vom Monte Rosa, vom St. Gotthard u. s. w. stammen, oder sie sind durch schwimmende Eisberge auf ihre gegenwärtigen Lagerplätze geführt worden, wie z. B. die erratischen Blöcke in der norddeutschen Tiefebene, in Holland, West-England, Polen und im nördlichen Rußland, die dänischen, norwegischen, schwedischen, finnländischen und russisch-baltischen Ursprungs sind.

Diese sehr dauerhaften Blöcke liefern ein ganz ausgezeichnetes Baumaterial, das besonders in den gebirgslosen Gegenden (z. B. in Holland) große Verwendung findet. Aus erratischen Blöcken erbaut man Fundamentmauern, Brückenpfeiler, Quaimauern, Schleusen, Wehre, Festungsbauten, stellt man Straßenpflasterungen und Beschotterungen her, fertigt man auch Kunstwerke u. s. w. So besteht beispielsweise, wie wir bereits im § 10 bemerkten, die große, 75.000 *kg* schwere

Granitvase vor dem neuen Museum zu Berlin aus einem Findling aus den Rauenschen Bergen bei Fürstenwalde in der Mark Brandenburg, aus dem sogenannten Markgrafenstein, der eine Länge von 7·8 *m*, eine Breite von 7·5 *m* und eine Höhe von 8·1 *m* besaß; ferner die Friedenssäule auf dem Belleallianceplatz zu Berlin aus einem ebenfalls in der Mark gefundenen Granitblock.

Die Findlinge haben zuweilen eine ganz gewaltige Größe; Blöcke von 18.000 bis 20.000 m^3 Inhalt kommen mehrfach vor. Bekanntere Findlinge von größeren Dimensionen sind folgende:

der Schwedenstein bei Lützen;

la pierre des Marmettes zu Monthey (Wallis), 21 *m* lang, 11 *m* breit und 10 *m* hoch und von mehr als 2000 m^3 Inhalt;

ein aus Serpentin bestehender, am Südabhange des Monte Rosa lagernder Block;

Pierre du Trèsor aus Granit bei Orsières, von mehr als 3000 m^3 Inhalt;

der „große Stein" bei Belgard in Pommern, 14 *m* lang, 12 *m* breit und 5 *m* hoch.

Große Dioritblöcke kommen zahlreich am Ochsenkopf im Fichtelgebirge vor; ihre Druckfestigkeit wurde von der königlichen Prüfungsstation zu Berlin zu 1900 *kg* pro 1 cm^2 Fläche festgestellt.

---

§ 39. Gerölle und Geschiebe.

Werden abgelöste Gesteinsstücke von reißenden Gebirgsbächen, Flüssen und Strömen, von Gletschern und von den Wellen der Brandung vorwärts gerollt oder vorwärts geschoben, so schleifen sich ihre Ecken und Kanten ab und

es entstehen im ersten Falle abgerundete Felstrümmer, Gerölle, im anderen abgeplattete, tafelförmige Geschiebe. Die Größe dieser Gerölle und Geschiebe ist eine sehr verschiedene; sie hängt zum Theil ab von der Dauer des Transportes, der Länge des zurückgelegten Weges und der mineralogischen Zusammensetzung der Trümmerstücke.

Nach ihrer Größe unterscheidet man:

den aus staub- bis höchstens erbsengroßen, eckigen oder abgerundeten Körnern von Quarz, auch von Feldspath, Hornblende oder Kalkspath bestehenden Sand;

den aus denselben, aber Erbsengröße besitzenden Mineral- oder Gesteinskörnern bestehenden Kies;

den erbsen- bis haselnußgroße, abgerundete oder scharfeckige Bruchstücke von Quarz, Granit, Basalt u. s. w. enthaltenden Grus oder Grant (Quarzgrus, Granitgrus, Basaltgrus u. s. w.);

endlich das Gerölle oder Geschiebe im engeren Sinne mit Gesteinsbruchstücken, welche mehr als Nußgröße besitzen.

Zu den Geschieben rechnet man auch die erratischen Blöcke.

Nicht selten besitzen die Gerölle an ihrer Oberfläche Eindrücke, in welchen kleinere Geschiebe gesessen haben oder noch sitzen; auch gibt es Rollstücke, die innen hohl sind.

Sind die Gerölle und Geschiebe mehr quarziger Natur und widerstehen sie gut den Witterungseinflüssen, so kann man sie zu Straßenpflasterungen und Beschotterungen, die größeren und weniger abgerundeten Stücke auch zum Aufbau von Bruchsteinmauern und Fundamenten benutzen. Bestehen diese Gesteinstrümmer ausschließlich aus Kalk wie beispielsweise die Gerölle im Isarfluß, so verwendet man sie zum Kalkbrennen.

Die kleineren Felsstücke, Grus, Kies und Sand liefern ein recht brauchbares Material zu Decklagen auf Chausseen, zum Planiren von Fuß- und Reitwegen, zur Bereitung von Mörtel und Beton, zur Herstellung von Pisébauten, zum Filtriren von Wasser in Senkbrunnen und Filterbassins u. s. w.

Alphabetisches Sachregister zum ersten Band.